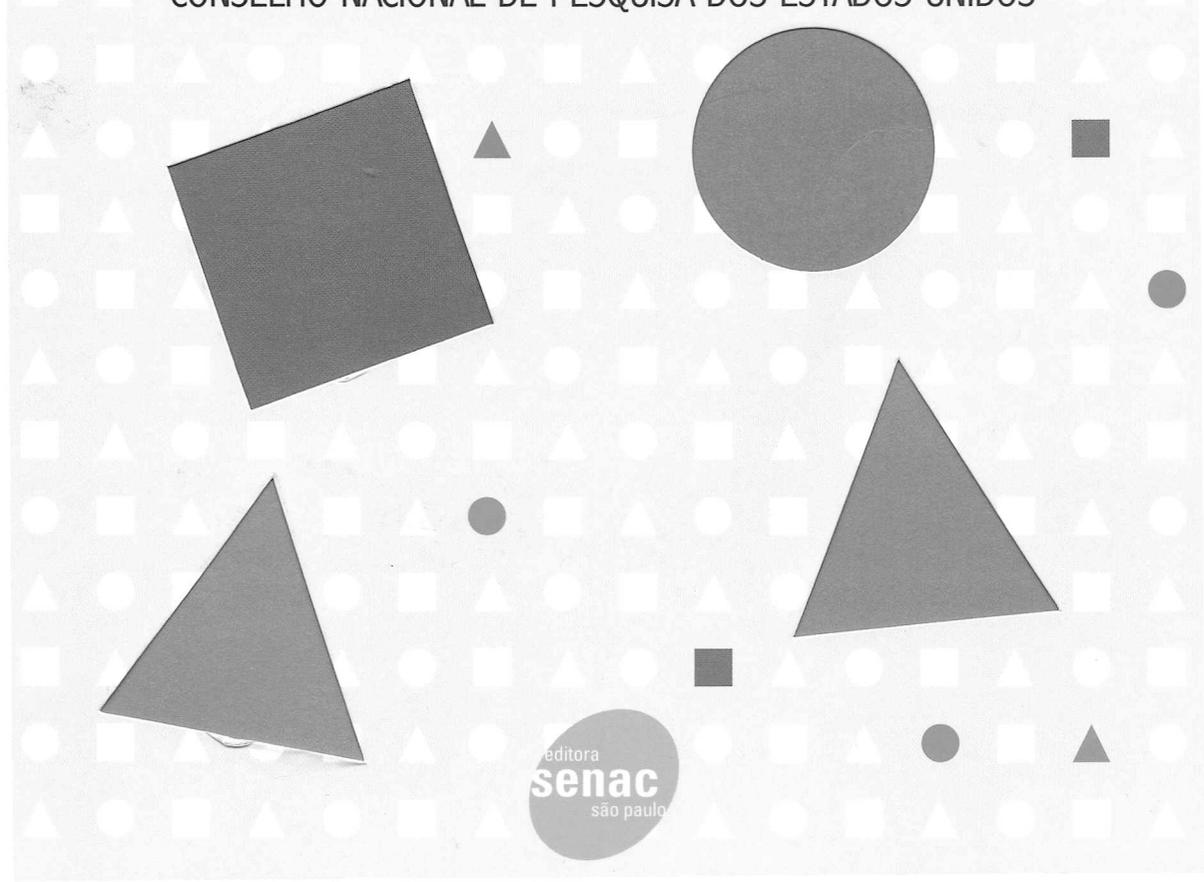




# COMO AS PESSOAS APRENDEM

CÉREBRO, MENTE, EXPERIÊNCIA E ESCOLA

CONSELHO NACIONAL DE PESQUISA DOS ESTADOS UNIDOS



editora  
**senac**  
são paulo

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

---

Como as pessoas aprendem: cérebro, mente, experiência e escola/  
John D. Bransford, Ann L. Brown e Rodney R. Cocking (organizadores);  
Comitê de Desenvolvimento da Ciência da Aprendizagem, Comitê de  
Pesquisa da Aprendizagem e da Prática Educacional, Comissão de Educação  
e Ciências Sociais e do Comportamento, Conselho Nacional de Pesquisa  
dos Estados Unidos; tradução Carlos David Szlak. – São Paulo: Editora  
Senac São Paulo, 2007.

Título original: How People Learn: Brain, Mind, Experience, and  
School - Expanded Edition

Bibliografia

ISBN 978-85-7359-507-9

1. Aprendizagem – Aspectos sociais 2. Psicologia da aprendizagem  
I. Bransford, John D. II. Brown, Ann L. III. Cocking, Rodney R.

06-7548

CDD-370.1523

---

**Índice para catálogo sistemático:**

1. Aprendizagem : Psicologia educacional

370.1523

# 1

## Aprendizagem: da especulação à ciência

A essência da matéria, as origens do universo, a natureza da mente humana: através dos séculos, essas são as questões profundas que envolveram os pensadores. Até recentemente, compreender a mente – assim como o pensamento e a aprendizagem possibilitados pela mente – era uma tarefa árdua, em parte por causa da falta de ferramentas de pesquisa eficazes. Atualmente, o mundo vive uma expansão expressiva dos estudos científicos sobre a mente e o cérebro, sobre os processos de pensamento e aprendizagem, sobre os processos neurais que acontecem durante o pensamento e a aprendizagem e sobre o desenvolvimento da competência.

A revolução no estudo da mente ocorrida nas últimas três ou quatro décadas tem conseqüências importantes para a educação. Como mostraremos, está entrando em foco uma nova teoria da aprendizagem, que conduz a abordagens muito diferentes das encontradas muitas vezes nas escolas atuais, em relação ao projeto do currículo, do ensino e da avaliação. Igualmente importante, o crescimento das investigações interdisciplinares e os novos tipos de colaborações científicas começaram a tornar mais visível, se não mais fácil de percorrer, o caminho que leva da pesquisa básica à prática educacional. Trinta anos atrás, os educadores prestavam pouca atenção ao trabalho dos cientistas cognitivos, e os pesquisadores do nascente campo da ciência cognitiva trabalhavam bastante afastados das salas de aula. Atualmente, os pesquisadores cognitivos estão dedicando mais tempo ao trabalho com professores, testando e refinando suas teorias em salas de aulas reais, onde podem ver como os diversos ambientes e as interações nas salas de aula influenciam as aplicações das suas teorias.

Hoje, o que talvez seja mais extraordinário são as diversas abordagens e técnicas de pesquisa que foram desenvolvidas, e a maneira pela qual começam a convergir as descobertas provenientes de ramos muito distintos da ciência. A história que podemos contar

agora sobre a aprendizagem é muito mais rica do que foi até então, e promete evoluir consideravelmente na próxima geração. Por exemplo:

- A pesquisa concernente à psicologia cognitiva ampliou a compreensão da natureza do desempenho competente, assim como dos princípios da organização do conhecimento em que se baseiam nossas capacidades para solucionar problemas em diversas áreas, como matemática, ciências, literatura, estudos sociais e história.
- Os pesquisadores do desenvolvimento mostraram que as crianças mais novas têm uma boa compreensão dos princípios básicos da biologia e da causalidade física, dos números, das narrativas e dos objetivos pessoais, e que essas aptidões tornam possível a criação de currículos inovadores, que introduzem conceitos importantes para o raciocínio avançado em idades precoces.
- A pesquisa sobre a aprendizagem e a transferência revelou princípios importantes para a estruturação das experiências de aprendizagem, que permitem que as pessoas utilizem o que aprenderam em novos cenários.
- Os estudos de psicologia social, de psicologia cognitiva e de antropologia evidenciam que toda aprendizagem acontece em cenários que apresentam conjuntos específicos de normas e expectativas culturais e sociais, e que esses cenários influenciam a aprendizagem e a transferência de maneira marcante.
- A neurociência começa a fornecer provas dos diversos princípios de aprendizagem que surgiram a partir da pesquisa de laboratório, e está mostrando como a aprendizagem modifica a estrutura física do cérebro e, por meio disso, a sua organização funcional.
- Os estudos referentes ao projeto e à avaliação dos ambientes de aprendizagem, envolvendo a colaboração entre psicólogos e educadores cognitivos e de desenvolvimento, estão produzindo conhecimento novo sobre a natureza da aprendizagem e do ensino que ocorrem em diversos cenários. Além disso, os pesquisadores estão descobrindo maneiras de aprender a partir da “sabedoria da prática”, graças a professores bem-sucedidos, que são capazes de partilhar sua competência.
- As tecnologias emergentes conduzem à criação de muitas oportunidades novas – inimagináveis alguns anos atrás – para orientar e intensificar a aprendizagem.

Todos esses desenvolvimentos no estudo da aprendizagem dão início a uma época em que a ciência ganha nova relevância para a prática. Em resumo, o investimento em pesquisa básica está retornando em aplicações práticas. Esses avanços na compreensão de como os seres humanos aprendem são particularmente importantes quando se levam em conta as mudanças naquilo que se espera dos sistemas educacionais do país.

Nos primeiros anos do século XX, a educação focalizava a aquisição das habilidades de letramento: leitura, escrita e cálculos básicos. Para os sistemas educacionais, a regra geral não era treinar as pessoas para pensar e ler criticamente, para se expressar com clareza e de modo convincente, para solucionar problemas complexos de ciências

e matemática. Hoje em dia, esses aspectos do letramento avançado são exigidos de quase todos, para que possam lidar com sucesso com as complexidades da vida contemporânea. As exigências de qualificação para o trabalho aumentaram sensivelmente, assim como a necessidade de que as organizações e os trabalhadores mudem para atender às pressões competitivas do ambiente de trabalho. A participação consciente no processo democrático também se tornou cada vez mais complexa, à medida que o foco da atenção se deslocou do interesse local para o nacional e o global.

Acima de tudo, as informações e o conhecimento crescem a um ritmo muito mais acelerado do que jamais visto na história da humanidade. Como sabiamente afirmou o prêmio Nobel Herbert Simon, o significado de “saber” mudou: em vez de ser capaz de lembrar e repetir informações, a pessoa deve ser capaz de encontrá-las e usá-las.<sup>1</sup> Mais do que nunca, a magnitude do conhecimento humano impede que ele seja totalmente coberto pela educação; ajudar os estudantes a desenvolver as ferramentas intelectuais e as estratégias de aprendizagem necessárias para a aquisição de conhecimento, permitindo que possam pensar produtivamente sobre a história, a ciência e a tecnologia, os fenômenos sociais, a matemática e as artes, é uma concepção melhor dos objetivos da educação. O entendimento básico dos temas, inclusive sobre como estruturar e formular questões significativas acerca de diversos tópicos, contribui para que o indivíduo tenha uma compreensão mais fundamental a respeito dos princípios da aprendizagem que podem ajudá-lo a se tornar um aprendiz vitalício e independente.

## Foco: pessoas, escolas e o potencial de aprender

A bibliografia científica sobre cognição, aprendizagem, desenvolvimento, cultura e cérebro é volumosa. Três decisões de cunho organizacional, tomadas logo no início dos trabalhos da comissão, forneceram o arcabouço para o nosso estudo e refletem-se no conteúdo deste livro.

- Em primeiro lugar, focalizamos principalmente a pesquisa sobre a aprendizagem humana (ainda que o estudo da aprendizagem animal forneça informações paralelas importantes), incluindo novos desenvolvimentos da neurociência.
- Em segundo lugar, demos um enfoque especial à pesquisa da aprendizagem com implicações para o projeto de ambientes educacionais formais, principalmente pré-escolas, jardins-de-infância, todas as séries do ensino médio (sistema G-12) e faculdades.

---

<sup>1</sup> H.A. Simon, “Observations on the Sciences of Science Learning”, documento elaborado para o Committee on Developments in the Science of Learning for the Sciences of Science Learning: an Interdisciplinary Discussion, do Departamento de Psicologia da Universidade Carnegie Mellon, 1996.

- Em terceiro lugar, e relacionado com o segundo ponto, focalizamos a pesquisa que ajuda a investigar a possibilidade de auxiliar todos os indivíduos a alcançar seu pleno potencial.

As novas idéias sobre modos de facilitar a aprendizagem – e sobre quem é mais capaz de aprender – podem afetar muito a qualidade de vida das pessoas. Em momentos diferentes da história, os estudiosos demonstraram preocupação com o fato de que os ambientes educacionais formais eram mais bem-sucedidos em selecionar talentos do que em desenvolvê-los.<sup>2</sup> Muitas pessoas que apresentaram dificuldade na escola poderiam ter progredido se as novas idéias sobre práticas efetivas de instrução fossem conhecidas. Além disso, com as novas práticas de instrução, mesmo as pessoas que se adequaram aos ambientes educacionais tradicionais poderiam ter desenvolvido habilidades, conhecimentos e atitudes que teriam incrementado significativamente suas realizações.

A pesquisa da aprendizagem indica que há novas maneiras de apresentar as matérias tradicionais para os estudantes, como matemática, ciências, história e literatura, e que essas novas abordagens tornam possível o desenvolvimento de uma compreensão mais profunda do assunto relevante para a maioria das pessoas. Em especial, a comissão está interessada nas teorias e nos dados relevantes para o desenvolvimento das novas maneiras de iniciar os estudantes nessas matérias tradicionais. A expectativa é de que as novas abordagens possibilitem que a maioria das pessoas desenvolva, acerca de temas importantes, uma compreensão que varie de moderada a profunda.

## Desenvolvimento da ciência da aprendizagem

Este relatório baseia-se na pesquisa iniciada na última fase do século XIX – a época histórica em que se realizaram tentativas sistemáticas de estudar a mente humana por meio de métodos científicos. Antes disso, tal estudo era território da filosofia e da teologia. Alguns dos trabalhos iniciais mais importantes foram feitos em Leipzig, no laboratório de Wilhelm Wundt, que, com seus colegas, procurou submeter a consciência humana a uma análise precisa – principalmente pedindo para que os pesquisados refletissem sobre seus processos de pensamento por meio da introspecção.

Perto da virada do século, surgia uma nova escola de behaviorismo. Em reação à subjetividade inerente da introspecção, os behavioristas sustentavam que o estudo científico da psicologia devia restringir-se ao estudo dos comportamentos observáveis e às condições dos estímulos que os controlavam. Um artigo muito influente, publicado por John B. Watson em 1913, fornece um vislumbre do credo behaviorista:

---

<sup>2</sup> Ver, por exemplo, B. S. Bloom, *Stability and Change in Human Characteristics* (Nova York: Wiley, 1964).

[...] todas as escolas de psicologia, exceto a do behaviorismo, afirmam que a “consciência” constitui assunto da psicologia. O behaviorismo, ao contrário, sustenta que o assunto da psicologia humana é o comportamento ou as atividades do ser humano. O behaviorismo assevera que a “consciência” não é um conceito definível, nem utilizável; trata-se simplesmente de outra palavra para o termo “alma”, usado em tempos mais antigos. Desse modo, a antiga psicologia é dominada por um tipo sutil de filosofia religiosa.<sup>3</sup>

Recorrendo à tradição empírica, os behavioristas conceituaram a aprendizagem como o processo de estabelecer conexões entre os estímulos e as reações. Consideravam que a motivação para aprender era desencadeada principalmente por impulsos, como a fome, e pela presença de certas forças externas, como recompensas e castigos.<sup>4</sup>

No estudo behaviorista clássico de Edward L. Thorndike, alguns gatos famintos tinham de aprender a puxar um barbante pendurado numa “caixa quebra-cabeça” a fim de abrir uma porta para escapar e conseguir alimento. Como é que os gatos aprendiam a escapar dessa maneira? Segundo a conclusão de Thorndike, não é que os gatos pensavam numa forma de escapar e então a colocavam em prática; em vez disso, envolviam-se num comportamento de tentativa e erro (ver quadro 1). Às vezes, um gato puxava acidentalmente o barbante enquanto brincava e a porta se abria, permitindo sua fuga. Mas esse evento não parecia produzir um *insight* no gato, pois, quando recolocado na caixa, o felino não puxava imediatamente o barbante para escapar.

Em vez disso, os gatos aprendiam depois de diversas experiências de tentativa e erro. O argumento de Thorndike era que as recompensas (por exemplo, alimento) aumentavam a força das conexões entre estímulos e reações. Então, o que parecia ser fenômenos complexos de solução de problemas, como o ato de escapar de uma caixa complicada, podia ser explicado sem a recorrência a eventos mentais inobserváveis, como o pensamento.

A limitação do behaviorismo inicial provinha do seu foco sobre as condições de estímulos observáveis e os comportamentos associados com essas condições. Essa orientação dificultava o estudo de fenômenos como compreensão, raciocínio e pensamento – fenômenos de importância vital para a educação. Com o tempo, o behaviorismo radical (muitas vezes chamado de “behaviorismo com *bê* maiúsculo”) deu lugar a uma forma mais moderada de behaviorismo (“behaviorismo com *bê* minúsculo”), que preservou o rigor científico da utilização do comportamento como dado, mas

---

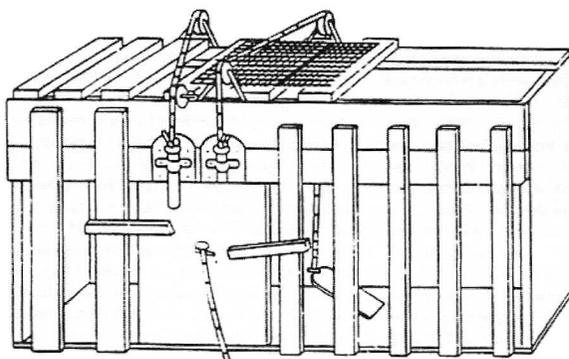
<sup>3</sup> J. B. Watson, “Psychology as a Behaviorist Views It”, em *Psychological Review*, nº 20, 1913, p. 1.

<sup>4</sup> Por exemplo, E. L. Thorndike, *Educational Psychology*, vols. 1 e 2 (Nova York: Columbia University Press, 1913); B. F. Skinner, “Are Theories of Learning Necessary?”, em *Psychological Review*, nº 57, 1950.

também admitiu hipóteses sobre estados “mentais” internos, quando estas se tornavam necessárias para a explicação de diversos fenômenos.<sup>5</sup>

QUADRO 1

*A aprendizagem do gato*



“Quando colocado na caixa, o gato mostra sinais evidentes de desconforto e revela o desejo de escapar do confinamento. Tenta forçar a passagem através de qualquer abertura; arranha e morde a tela de arame; enfia as patas por alguma abertura e arranha tudo que alcança [...] Não presta muita atenção à comida do lado de fora; parece simplesmente que está lutando para escapar da prisão [...]. Ao arranhar toda a caixa em sua luta impulsiva, o gato provavelmente vai agarrar o barbante, o laço ou o botão e assim abrir a porta. Gradualmente, todos os outros impulsos malsucedidos desaparecerão, e o impulso específico, que levou ao ato bem-sucedido, ficará estampado pelo prazer resultante. Até que, depois de muitas tentativas, o gato, quando posto na caixa, agarra imediatamente o botão ou o laço de maneira decisiva.”<sup>6</sup>

No final da década de 1950, a complexidade de compreender os seres humanos e seus ambientes ficou cada vez mais evidente, e um novo campo emergiu: a ciência cognitiva. Desde o início, a ciência cognitiva abordou a aprendizagem de uma perspectiva multidisciplinar, incluindo a antropologia, a lingüística, a filosofia, a psicologia do desenvolvimento, a ciência da computação, a neurociência e diversos ramos da psicologia.<sup>7</sup> Novas ferramentas experimentais, metodologias e modos de postular teorias permitiram que os cientistas comesçassem estudos sérios a respeito do funciona-

<sup>5</sup> Por exemplo, C. L. Hull, *Principles of Behavior* (Nova York: Appleton-Century-Crofts, 1943); K. W. Spence, “Theoretical Interpretations of Learning”, em F. A. Moss, *Comparative Psychology* (Nova York: Prentice-Hall, 1942).

<sup>6</sup> E. L. Thorndike, *Educational Psychology*, cit., p. 13.

<sup>7</sup> D.A. Norman, “Twelve Issues for Cognitive Science”, em *Cognitive Science*, nº 4, 1980, *Things That Make Us Smart: Defending Human Attributes in the Age of the Machine* (Nova York: Addison-Wesley, 1993); A. Newell & H. A. Simon, *Human Problem Solving* (Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1972).

mento mental: para testar suas teorias em vez de simplesmente especular sobre o pensamento e o aprendizado,<sup>8</sup> e, nos últimos anos, para desenvolver *insights* sobre a importância dos contextos sociais e culturais de aprendizagem.<sup>9</sup> A introdução de metodologias rigorosas de pesquisa qualitativa proporcionou perspectivas sobre a aprendizagem que complementam e enriquecem as tradições da pesquisa experimental.<sup>10</sup>

Aprender e entender

FATOS RELACIONADOS ENTRE

Um dos marcos da nova ciência da aprendizagem é a ênfase na aprendizagem com entendimento. Intuitivamente, o entendimento é bom, mas é difícil estudá-lo do ponto de vista científico. Ao mesmo tempo, os estudantes geralmente têm poucas oportunidades de entender ou dar sentido a certos tópicos, pois diversos currículos enfatizam mais a memória que o entendimento. Os livros escolares estão repletos de fatos que os estudantes têm de memorizar, e a maior parte dos testes avalia sua capacidade de recordar os fatos. Ao estudar sobre veias e artérias, por exemplo, os estudantes devem lembrar que as artérias são mais espessas que as veias, são mais elásticas e conduzem o sangue do coração a todas as partes do corpo, enquanto as veias conduzem o sangue de volta ao coração. Uma questão na prova sobre essa informação pode se apresentar da seguinte maneira:

1. As artérias

- a. são mais elásticas que as veias.

apresenta a seguinte questão

Escolha a opção correta: FATOS (E) RELACIONADOS ENTRE

TRANSPERÊNCIA

<sup>8</sup> Ver, por exemplo, J. R. Anderson, "Acquisition of Cognitive Skill", em *Psychological Review*, nº 89, 1982; "Skill Acquisition: Compilation of Weak-Method Problem Solutions", em *Psychological Review*, nº 94, 1987; A. D. deGroot, *Thought and Choice in Chess* (Haia: Mouton, 1965), *Methodology: Foundations of Inference and Research in the Behavioral Sciences* (Nova York/Haia: Mouton, 1969); A. Newell & H. A. Simon, *Human Problem Solving*, cit.; K. A. Ericsson & N. Charness, "Expert Performance: Its Structure and Acquisition", em *American Psychologist*, nº 49, 1994.

<sup>9</sup> Por exemplo, B. Cole, "Characterizing On-Line Communication: a First Step", documento apresentado na reunião anual da American Educational Research Association, Nova York, 8 a 12 de abril de 1996; J. Lave, *Cognition in Practice: Mind, Mathematics, and Culture in Everyday Life* (Cambridge: Cambridge University Press, 1998); J. Lave & E. Wegner, *Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation* (Nova York: Cambridge University Press, 1991); B. Rogoff, *Apprenticeship in Thinking: Cognitive Development in Social Context* (Nova York: Oxford University Press, 1990); B. Rogoff et al., "Guided Participation in Cultural Activity by Toddlers and Caregivers", em *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 58 (7), série nº 236, 1993.

<sup>10</sup> E. Erickson, "Qualitative Methods in Research on Teaching", em *Handbook of Research on Teaching* (Nova York: MacMillan, 1986); M. Hammersly & P. Atkinson, *Ethnography: Principles and Practices* (Londres: Tavistock, 1983); S. Heath, "Ethnography in Education: Defining the Essential", em P. Gilmore e A. Gilmore (orgs.), *Children In and Out of School* (Washington: Center for Applied Linguistics, 1982); Y. S. Lincoln & E. G. Guba, *Naturalistic Inquiry* (Beverly Hills: Sage, 1985); C. Marshall & G. B. Rossman, *Designing Qualitative Research* (Thousand Oaks: Sage, 1995); M. B. Miles & A. M. Huberman, *Qualitative Data Analysis: a Sourcebook of New Methods* (Newbury Park: Sage, 1984); J. Spradley, *The Ethnographic Interview* (Nova York: Harcourt, Brace, Javanovich, 1979).

- b. conduzem o sangue que é bombeado pelo coração.
- c. são menos elásticas que as veias.
- d. Alternativas a e b
- e. Alternativas b e c

A nova ciência da aprendizagem não nega que os fatos são importantes para o pensamento e a solução dos problemas. A pesquisa sobre a competência em áreas como xadrez, história, ciências e matemática demonstra que as capacidades dos especialistas para o pensamento e a solução dos problemas dependem muito de um rico corpo de conhecimentos sobre o assunto.<sup>11</sup> No entanto, a pesquisa também revela com clareza que o “conhecimento utilizável” não é o mesmo que uma simples lista de fatos desconexos. O conhecimento dos especialistas está associado e organizado em torno de conceitos importantes (por exemplo, a segunda lei do movimento de Newton); está “condicionalizado” a especificar os contextos em que é aplicável; sustenta o entendimento e a transferência (a outros contextos) e não apenas a capacidade de recordar.

Por exemplo, as pessoas que conhecem bem veias e artérias sabem mais do que os fatos mencionados acima: também entendem por que as veias e as artérias apresentam propriedades específicas. Sabem que o sangue bombeado do coração sai em jorros e que a elasticidade das artérias ajuda a acomodar as mudanças de pressão. Sabem que o sangue bombeado pelo coração precisa subir (para o cérebro), assim como descer, e que a elasticidade de uma artéria permite que ela funcione como válvula unidirecional, que se fecha no término de cada jorro e impede o sangue de refluir. Como entendem as relações entre a estrutura e a função das veias e artérias, é muito provável que essas pessoas sejam capazes de usar o que aprenderam para solucionar problemas novos. Elas mostram indícios de transferência. Por exemplo, imaginemos que alguém seja solicitado a projetar uma artéria artificial. Teria de ser elástica? Por quê? Ou por que não? O entendimento a respeito das razões relativas às peculiaridades das artérias sugere que a elasticidade pode não ser necessária; talvez o problema possa ser solucionado com a criação de um conduto resistente o bastante para suportar a pressão dos jorros do coração e também para funcionar como válvula unidirecional. O conhecimento das veias e artérias não assegura uma resposta para a questão referente ao projeto, mas ajuda a pensar em alternativas que não ocorrem facilmente a uma pessoa que apenas memoriza fatos.<sup>12</sup>

<sup>11</sup> Por exemplo, W. G. Chase & H. A. Simon, “Perception in Chess”, em *Cognitive Psychology*, nº 31, 1973; M. T. H. et al., “Categorization and Representation of Physics Problems by Experts and Novices”, em *Cognitive Science*, nº 5, 1981; A. D. de Groot, *Thought and Choice in Chess*, cit.

<sup>12</sup> J. D. Bransford & B. S. Stein, *The IDEAL Problem Solver* (2ª ed. Nova York: Freeman, 1993).

## Conhecimento preexistente

Problema do conhecimento } conceber, pr  
 inventar pr

A ênfase no entendimento leva a uma das principais características da nova ciência da aprendizagem: o foco nos processos do conhecimento.<sup>13</sup> Os seres humanos são vistos como agentes guiados por objetivos, que procuram informações de modo ativo. Chegam à educação formal com uma série de conhecimentos, habilidades, crenças e conceitos prévios, que influenciam significativamente o que percebem sobre o ambiente e o modo como organizam e interpretam essa percepção. Isso, por sua vez, influencia suas capacidades de recordação, raciocínio, solução de problemas e aquisição de novo conhecimento.

Mesmo os recém-nascidos são aprendizes ativos, que trazem certo ponto de vista para o ambiente de aprendizagem. O mundo em que entram não é uma confusão de ecos e burburinhos, em que cada estímulo é igualmente saliente.<sup>14</sup> Em vez disso, o cérebro de um recém-nascido dá prioridade a certos tipos de informações: a língua, os conceitos básicos referentes aos números, as propriedades físicas e o movimento de objetos animados e inanimados. No sentido mais geral, a visão contemporânea a respeito da aprendizagem é que as pessoas elaboram o novo conhecimento e o entendimento com base no que já sabem e naquilo em que acreditam.<sup>15</sup> O clássico livro infantil *Peixe é peixe* ilustra esse ponto (ver quadro 2).

Uma extensão lógica da visão de que o novo conhecimento deve ser elaborado a partir do conhecimento existente é que os professores precisam prestar atenção aos entendimentos incompletos, às crenças falsas e às interpretações ingênuas dos conceitos que os aprendizes trazem consigo sobre determinado assunto. Assim, os professores têm de partir dessas idéias, para ajudar os alunos a alcançar um entendimento mais maduro. Se as idéias e as crenças iniciais dos alunos são ignoradas, a compreensão que eles desenvolvem pode ser muito diferente da que era pretendida pelo professor.

Consideremos o desafio de trabalhar com crianças que acreditam que a Terra é plana, e a tentativa de ajudá-las a entender que é esférica. Quando se afirma que a Terra é redonda, as crianças imaginam o planeta como uma panqueca e não como uma esfera.<sup>16</sup>

<sup>13</sup> Por exemplo, J. Piaget, *Success and Understanding* (Cambridge: Harvard University Press, 1978); L. S. Vygotsky, *Mind in Society: the Development of the Higher Psychological Processes* (Cambridge: Harvard University Press, 1978).

<sup>14</sup> W. James, *Principles of Psychology* (Nova York: Holt, 1890).

<sup>15</sup> Por exemplo, P. Cobb, "Theories of Mathematical Learning and Constructivism: a Personal View", artigo apresentado em simpósio sobre tendências e perspectivas da educação matemática, realizado pelo Institute of Mathematics da Universidade de Klagenfurt, Áustria, 1994; J. Piaget, *The Origins of Intelligence in Children* (Nova York: International Universities Press, 1952), *The Child and Reality: Problems of Genetic Psychology* (Nova York: Grossman, 1973), *The Language and Thought of the Child* (Londres: Routledge & Kegan Paul, 1973), *The Grasp of Consciousness* (Londres: Routledge & Kegan Paul, 1977), *Success and Understanding*, cit.; L. S. Vygotsky, *Thought and Language* (Cambridge: MIT Press, 1962), *Mind in Society*, cit.

<sup>16</sup> S. Vosniadou & W. F. Brewer, "The Concept of the Earth's Shape: a Study of Conceptual Change in Childhood", trabalho elaborado para o Reading Study Center da Universidade de Illinois, 1989.

Se então se diz para elas que é redonda como uma esfera, as crianças interpretam a nova informação sobre uma Terra esférica dentro da sua visão de Terra plana, concebendo uma superfície plana como uma panela dentro ou no alto de uma esfera, com seres humanos de pé sobre a panela. A maneira pela qual as crianças elaboram seus novos conhecimentos é guiada por um modelo da Terra que as ajude a explicar como podem ficar de pé ou caminhar sobre sua superfície, e uma Terra esférica não se encaixa no seu modelo mental. Como em *Peixe é peixe*, tudo o que as crianças escutam incorpora-se à visão preexistente.

Esse livro é importante não apenas para crianças, mas para aprendizes de todas as idades. Por exemplo, estudantes do curso superior muitas vezes desenvolvem crenças sobre os fenômenos físicos e biológicos que se encaixam em suas experiências, mas não se encaixam nas explicações científicas desses fenômenos. Essas idéias preconcebidas devem ser tratadas a fim de que os estudantes mudem suas crenças.<sup>17</sup>

---

#### QUADRO 2

##### *Peixe é peixe*

*Peixe é peixe*<sup>18</sup> descreve um peixe muito interessado em aprender o que acontece na terra. No entanto, não pode explorar a terra, pois só consegue respirar na água. Ele faz amizade com um girino, que se torna uma rã e, no fim, sai da água para visitar a terra. Algumas semanas depois, a rã volta para a lagoa e relata o que viu. Descreve todos os tipos de coisas, como pássaros, vacas e pessoas. O livro mostra os desenhos das representações do peixe para cada uma dessas descrições: cada representação é uma forma semelhante ao peixe, ligeiramente adaptada para se ajustar às descrições da rã: as pessoas são imaginadas como peixes que andam sobre as caudas, os pássaros são peixes com asas, as vacas são peixes com úberes. Essa história ilustra tanto as oportunidades criativas como os riscos inerentes ao fato de que as pessoas constroem o novo conhecimento com base no seu conhecimento presente.

---

<sup>17</sup> Por exemplo, J. Confrey, "A Review of Research on Student Conceptions in Mathematics, Science Programming", em C. B. Cazden (org.), *Review of Research in Education*, nº 16 (Washington: American Educational Research Association, 1990); J. P. Mestre, "Cognitive Aspects of Learning and Teaching Science", em S. J. Fitzsimmons & L. C. Kerpelman (orgs.), *Teacher Enhancement for Elementary and Secondary Science and Mathematics: Status, Issues, and Problems* (Arlington: National Science Foundation, 1994); J. A. Minstrell, "Teaching Science for Understanding", em L. B. Resnick & L. E. Klopfer (orgs.), *Toward the Thinking Curriculum: Current Cognitive Research* (Alexandria: Association for Supervision and Curriculum Development, 1989); L. C. Moll & E. F. Redish, "Discipline-Specific Science Education and Educational Research: the Case of Physics", documento elaborado para o Committee on Developments in the Science of Learning for the Sciences of Science Learning: an Interdisciplinary Discussion, do Departamento de Psicologia da Universidade Carnegie Mellon, 1996.

<sup>18</sup> L. Lionni, *Fish Is Fish* (Nova York: Scholastic Press, 1970). [A tradução em português desse livro foi publicada pela editora Martins Fontes.]

Uma concepção incorreta muito comum com respeito às teorias “construtivistas” do conhecimento (isto é, de que o conhecimento existente é utilizado para construir novo conhecimento) é que os professores nunca devem dizer aos alunos nada diretamente, mas sempre permitir que eles construam o conhecimento por si mesmos. Essa perspectiva confunde a teoria da pedagogia (ensino) com a teoria do conhecimento. Os construtivistas consideram que todo conhecimento é construído a partir do conhecimento prévio, independentemente de como o aluno é ensinado<sup>19</sup> – mesmo a audição de uma aula expositiva envolve iniciativas ativas de construção do novo conhecimento. *Peixe é peixe* e as tentativas de ensinar às crianças que a Terra é redonda revelam por que as aulas expositivas, por si sós, frequentemente não funcionam. Algumas vezes, no entanto, geralmente depois que as pessoas tentaram primeiro lidar sozinhas com as questões, o “ensino expositivo” pode funcionar muito bem.<sup>20</sup> Contudo, os professores ainda precisam prestar atenção às interpretações dos alunos e fornecer orientação quando necessário.

Muitos dados comprovam que a aprendizagem melhora quando os professores dão atenção ao conhecimento e às crenças trazidas pelos alunos para a sala de aula, quando utilizam esse conhecimento como ponto de partida para a nova instrução e quando monitoram as mudanças de concepção dos alunos à medida que a instrução evolui. Por exemplo, alunos da 5ª série de uma escola de subúrbio, que receberam instrução em física baseada na investigação, saem-se melhor nos problemas conceituais de física que alunos do 2º e 3º anos do ensino médio, no mesmo sistema escolar, ensinados pelos métodos convencionais. Um segundo estudo, comparando alunos da 6ª à 8ª série de uma escola em área urbana com alunos de física do 2º e 3º anos do ensino médio de uma escola situada no subúrbio, também mostrou que os estudantes mais jovens, ensinados pelo método investigativo, possuíam um melhor domínio dos princípios fundamentais da física.<sup>21</sup> Os novos currículos para crianças muito novas também mostraram resultados muito promissores: por exemplo, um novo método para o ensino da geometria ajudou crianças da 1ª série a representar e visualizar formas tridimensionais com um resultado que superou as habilidades de um grupo comparativo de estudantes de uma importante universidade.<sup>22</sup> De modo similar, crianças novas foram ensinadas a demonstrar formas mais complexas de generalizações geométricas iniciais e de generalizações científicas.<sup>23</sup>

APRENDIZAGEM INVESTIGATIVA X APRENDIZAGEM CONVENCIONAL

<sup>19</sup> Por exemplo, P. Cobb, “Theories of Mathematical Learning and Constructivism”, cit.

<sup>20</sup> Por exemplo, D. L. Schwartz & J. D. Bransford, “A Time for Telling”, em *Cognition and Instruction*, 16(4), 1998.

<sup>21</sup> B.Y. White & J. R. Fredrickson, *The ThinkerTools Inquiry Project: Making Scientific Inquiry Accessible to Students* (Princeton: Center for Performance Assessment, Educational Testing Service, 1997), “Inquiry, Modeling, and Metacognition: Making Science Accessible to All Students”, em *Cognition and Science*, nº 16, 1998.

<sup>22</sup> R. Lehrer & D. Chazan, *Designing Learning Environments for Developing Understanding of Geometry and Space* (Mahwah: Erlbaum, 1998), *New Directions for Teaching and Learning Geometry* (Hillsdale: Erlbaum, 1998).

<sup>23</sup> R. Lehrer & D. Chazan, *Designing Learning Environments for Developing Understanding of Geometry and Space*, cit.; L. Schauble et al., “Students’ Understanding of the Objectives and Procedures of Experimentation

## Aprendizado ativo

Os novos desenvolvimentos na ciência da aprendizagem também destacam a importância de ajudar as pessoas a assumir o controle da sua própria aprendizagem. Considerado importante o entendimento, as pessoas devem aprender a identificar quando entendem e quando precisam de mais informações. Que estratégias podem utilizar para avaliar se entendem o que outra pessoa quis dizer? Que tipos de comprovações precisam para acreditar em determinadas asserções? Como podem elaborar suas próprias teorias sobre os fenômenos e testá-las com eficácia?

Diversas atividades importantes que dão sustentação à aprendizagem ativa foram estudadas sob o título de “metacognição”, um tópico discutido com mais detalhes nos capítulos 2 e 3. A metacognição refere-se à capacidade de uma pessoa de prever o próprio desempenho em diversas tarefas (por exemplo, até que ponto ela é capaz de se lembrar de diversos estímulos) e de monitorar seus níveis atuais de domínio e compreensão.<sup>24</sup> O ensino de práticas compatíveis com a abordagem metacognitiva da aprendizagem inclui práticas que focalizam a criação de sentido, a auto-avaliação e a reflexão sobre o que funciona e o que precisa ser melhorado. Essas práticas revelaram aumentar o grau em que os alunos transferem sua aprendizagem para novos cenários e eventos.<sup>25</sup>

*exemplo* Imaginemos três professores cujas práticas influenciam a capacidade dos alunos de aprender a assumir o controle da sua própria aprendizagem.<sup>26</sup> O objetivo do professor A é fazer os alunos produzirem trabalhos; ele realiza isso por meio da supervisão e do controle da quantidade e da qualidade do trabalho feito pelos alunos. O foco está nas atividades, que podem variar desde aquelas tradicionais propostas nos livros escolares até os mais modernos projetos da era espacial. O professor B assume a responsabilidade

---

in the Science Classroom”, em *The Journal of the Learning Sciences*, 4(2), 1995; B. Warren & A. Rosebery, “This Question Is Just Too, Too Easy: Perspectives from the Classroom on Accountability in Science”, em L. Schauble & R. Glaser (orgs.), *Contributions of Instructional Innovation to Understanding Learning* (Mahwah: Erlbaum, 1996).

<sup>24</sup> Por exemplo, A. L. Brown, “The Development of Memory: Knowing, Knowing about Knowing, and Knowing How to Know”, em H. W. Reese (org.), *Advances in Child Development and Behavior*, vol. 10 (Nova York: Academic Press, 1975); J. H. Flavell, “Metacognitive Aspects of Problem-Solving”, em L. B. Resnick (org.), *The Nature of Intelligence* (Hillsdale: Erlbaum, 1973).

<sup>25</sup> Por exemplo, A. S. Palincsar & A. L. Brown, “Reciprocal Teaching of Comprehension Monitoring Activities”, em *Cognition and Instruction*, nº 1, 1984; M. Scardamalia et al., “Teachability of Reflective Processes in Written Composition”, em *Cognitive Science*, vol. 8, 1984; A. H. Schoenfeld, “Problem Solving in the Mathematics Curriculum: a Report, Recommendation and Annotated Bibliography”, em *Mathematical Association of America Notes*, nº 1, 1983, *Mathematical Problem Solving* (Orlando: Academic Press, 1984), “On Mathematics as Sense Making: an Informal Attack on the Unfortunate Divorce of Formal and Informal Mathematics”, em J. F. Voss et al. (orgs.), *Informal Reasoning and Education* (Hillsdale: Erlbaum, 1991).

<sup>26</sup> M. Scardamalia & C. Bereiter, “Higher Levels of Agency for Children in Knowledge-Building: a Challenge for the Design of New Knowledge Media”, em *Journal of the Learning Sciences*, nº 1, 1991.

de por aquilo que os estudantes aprendem enquanto realizam suas atividades. O professor C faz o mesmo, mas com o objetivo adicional de continuamente transferir mais do processo de aprendizagem para os estudantes. Se visitarmos as salas de aula, não poderemos distinguir de imediato os três tipos de professores. Uma das coisas que veremos são os alunos trabalhando em grupos para a produção de vídeos ou apresentações multimídia. Provavelmente, veremos o professor passando de grupo em grupo para verificar como as coisas estão indo e responder às dúvidas. Em poucos dias, no entanto, as diferenças entre os professores A e B serão evidentes. O professor A se focaliza inteiramente no processo de produção e seus produtos – se os alunos estão envolvidos, se todos estão obtendo tratamento satisfatório e se estão produzindo bons trabalhos. O professor B também presta atenção a tudo isso, mas observa também o que os alunos estão aprendendo da experiência e toma providências para assegurar que eles processem o conteúdo em vez de apenas lidarem com a exposição. Porém, para percebermos a diferença entre os professores B e C, precisaremos voltar à história do projeto de produção de mídia. O que o ocasionou? Foi concebido desde o início como atividade de aprendizagem ou surgiu das próprias iniciativas dos alunos de elaborarem o conhecimento? Em um notável exemplo de uma sala de aula de um professor C, os alunos, que vinham estudando baratas e haviam aprendido muito da leitura e da observação, quiseram partilhar seus conhecimentos com o resto da escola; a idéia de produzir um vídeo surgiu dessa finalidade.<sup>27</sup>

Portanto, naquilo que parece ser a mesma atividade de aprendizagem, as diferenças presentes são profundas. Na sala de aula do professor A, os alunos estão aprendendo algo sobre produção de mídia, mas essa atividade pode estar impedindo a aprendizagem de outras coisas. Na sala de aula do professor B, ele está trabalhando para assegurar que os objetivos educacionais originais da atividade sejam satisfeitos, que ela não se deteriore num mero exercício de produção de mídia. Na sala de aula do professor C, a produção de mídia é resultado contínuo e direto da aprendizagem que ganha corpo com essa produção. A maior parte do trabalho do professor C foi feita antes mesmo de surgir a idéia de produzir a mídia, e prossegue agora apenas como ajuda para os estudantes não perderem de vista seus objetivos enquanto executam o projeto.

Esses três professores hipotéticos – A, B e C – são modelos abstratos que, naturalmente, só em parte correspondem a professores reais, e em alguns dias mais do que em outros. No entanto, fornecem vislumbres importantes das conexões entre os objetivos da aprendizagem e as práticas de ensino que podem influenciar a capacidade dos alunos de realizar esses objetivos.

---

<sup>27</sup> M. Lamon *et al.*, “Technologies of Use and Social Interaction in Classroom Knowledge Building Communities”, artigo apresentado em simpósio sobre aprendizagem cooperativa com o auxílio de computador, realizado pela European Association for Research in Learning and Instruction, Atenas, agosto de 1997.

o que ensinar?  
como ensinar?  
como avaliar?

## Consequências para a educação

Em todos os campos, a nova ciência da aprendizagem está começando a produzir conhecimentos para melhorar significativamente a capacidade das pessoas de se tornarem aprendizes ativos, empenhados em entender assuntos complexos e mais bem preparados para transferir o que aprenderam a novos problemas e cenários. Fazer isso acontecer é um grande desafio, mas não é impossível.<sup>28</sup> A emergente ciência da aprendizagem enfatiza a importância de repensar o que é ensinado, a maneira de ensinar e o modo de avaliar a aprendizagem. Essas idéias são desenvolvidas ao longo deste livro.

## Uma ciência em evolução

Este livro sintetiza a base científica da aprendizagem. Entre as realizações científicas, inclui-se o entendimento mais amplo acerca: (1) da memória e da estrutura do conhecimento; (2) do raciocínio e da solução de problemas; (3) dos fundamentos iniciais da aprendizagem; (4) dos processos regulatórios que regem a aprendizagem, incluindo a metacognição; e (5) de como o pensamento simbólico emerge da cultura e da comunidade do aprendiz.

De nenhuma maneira, essas características essenciais da proficiência aprendida medem a profundidade da cognição e da aprendizagem humanas. O que se aprendeu sobre os princípios que guiam alguns aspectos da aprendizagem não constitui um quadro completo dos princípios que governam todos os domínios da aprendizagem. As bases científicas, embora não superficiais em si, representam apenas um nível superficial do entendimento completo do assunto. Somente alguns domínios da aprendizagem foram investigados em profundidade, tal como se vê neste livro, e áreas novas e emergentes, como as tecnologias interativas, estão desafiando as generalizações provenientes dos estudos de pesquisa mais antigos.<sup>29</sup>

À medida que os cientistas avançam no estudo da aprendizagem, surgem novos procedimentos e metodologias de pesquisa que, provavelmente, modificarão as suas atuais concepções teóricas como é o caso da pesquisa de modelação computacional. O trabalho científico abrange um vasto conjunto de assuntos relativos à cognição e à neurociência na aprendizagem, na memória, na linguagem e no desenvolvimento cognitivo. Os estudos sobre processamento paralelo distribuído, por exemplo, consideram que a aprendizagem ocorre por meio da adaptação das conexões entre os neurônios envolvidos.<sup>30</sup> A pesquisa destina-se ao desenvolvimento de modelos computacionais

<sup>28</sup> Por exemplo, R. F. Elmore *et al.*, *Restructuring in the Classroom: Teaching, Learning, and School Organization* (São Francisco: Jossey-Bass, 1986).

<sup>29</sup> P. M. Greenfield & R. R., *Cocking, Interacting with Video* (Norwood: Ablex, 1996).

<sup>30</sup> J. L. McClelland *et al.*, "Why There Are Complementary Learning Systems in Hippocampus and Neocortex: Insights from the Successes and Failures of Connectionist Models of Learning and Memory", em *Psychological*

explícitos, a fim de refinar e ampliar os princípios básicos, assim como aplicar os modelos a questões de pesquisa substantivas por meio de experiências behavioristas, simulações por computador, imageamento funcional do cérebro e análises matemáticas. Portanto, esses estudos estão contribuindo para a mudança tanto da teoria como da prática. Os novos modelos também incluem a aprendizagem na idade adulta, para acrescentar uma dimensão importante à base do conhecimento científico.

### Principais descobertas → os 3 princípios

Este livro fornece um amplo panorama da pesquisa sobre os aprendizes e a aprendizagem, e sobre os professores e o ensino. Três descobertas são destacadas aqui, por contarem com uma sólida base de pesquisa a sustentá-las e por apresentarem importantes implicações à nossa forma de ensinar.

1. *Os alunos chegam à sala de aula com idéias preconcebidas sobre como o mundo funciona. Se o seu entendimento inicial não for considerado, é possível que não consigam compreender os novos conceitos e informações ensinados, ou que os aprendam com o objetivo de fazer uma prova, mas recaindo depois em suas idéias preconcebidas fora da sala de aula.*

A pesquisa sobre a aprendizagem precoce indica que o processo de entender o mundo tem início muito cedo. As crianças começam, nos anos pré-escolares, a desenvolver uma compreensão sofisticada (nem sempre correta) dos fenômenos ao seu redor.<sup>31</sup> Essa compreensão precoce pode ter um efeito poderoso sobre a integração de novos conceitos e informações. Às vezes, sua compreensão é correta, fornecendo o fundamento para a construção do novo conhecimento. Outras vezes, porém, é incorreta.<sup>32</sup> Nas ciências, os estudantes muitas vezes possuem concepções incorretas acerca das propriedades físicas, que não podem ser facilmente observadas. Nas ciências humanas, suas idéias preconcebidas freqüentemente incluem estereótipos ou simplificações, como, por exemplo, entender a história como uma luta entre mocinhos e bandidos.<sup>33</sup> Um aspecto decisivo do ensino efetivo é trazer à tona a compreensão que os alunos têm sobre o assunto a ser ensinado e proporcionar oportunidades para que

---

*Review*, nº 102, 1985; D. C. Plaut *et al.*, "Understanding Normal and Impaired Word Reading: Computational Principles in Quasi-Regular Domains", em *Psychological Review*, nº 103, 1996; Y. Munkata, "Rethinking Infant Knowledge: toward an Adaptive Process Account of Successes and Failures in Object Permanence Tasks", em *Psychological Review*, nº 104, 1997; J. L. McClelland & M. Chappell, "Familiarity Breeds Differentiation: a Subject-Likelihood Approach to the Effects of Experience in Recognition Memory", em *Psychological Review*, nº 105, 1998.

<sup>31</sup> H. M. Wellman, *The Child's Theory of Mind* (Cambridge: MIT Press, 1990).

<sup>32</sup> S. Carey & R. Gelman, *The Epigenesis of Mind: Essays on Biology and Cognition* (Hillsdale: Erlbaum, 1991).

<sup>33</sup> H. Gardner, *The Unschooled Mind: How Children Think, and How Schools Should Teach* (Nova York: Basic Books, 1991).

elaborem ou contestem a compreensão inicial. James Minstrell, professor de física do ensino médio, descreve esse processo da seguinte maneira:

As idéias iniciais dos alunos sobre mecânica são como fios de algodão, alguns soltos, outros frouxamente entrelaçados. Pode-se ver a instrução como uma ajuda para os estudantes desemaranharem os fios individuais da crença, classificá-los e depois trançá-los num tecido de compreensão mais completa. Em vez de rejeitar a importância de uma crença, os professores podem fazer melhor, ajudando os alunos a diferenciar suas idéias presentes e integrá-las em crenças conceituais mais semelhantes às dos cientistas.<sup>34</sup>

O entendimento que as crianças trazem à sala de aula já pode ser muito influente nas primeiras séries escolares. Por exemplo, verificou-se que algumas crianças se agarravam a suas idéias preconcebidas de que a Terra era plana, imaginando uma Terra redonda com o formato de uma panqueca.<sup>35</sup> Nesse caso, a construção de um novo entendimento é orientada por um modelo da Terra que ajude a criança a explicar como as pessoas conseguem ficar de pé ou caminhar em sua superfície. Diversas crianças têm dificuldade de desistir da idéia de que um oitavo é maior do que um quarto, pois oito é maior do que quatro.<sup>36</sup> Se as crianças fossem lousas em branco, seria adequado falar para elas que a Terra é redonda ou que um quarto é maior que um oitavo. Mas, como já têm idéias sobre a Terra e sobre os números, essas idéias devem ser tratadas diretamente, a fim de transformá-las ou expandi-las.

Para os aprendizes de todas as idades, é importante expandir a compreensão existente e elaborá-la. Diversas experiências de pesquisa demonstram a permanência da compreensão preexistente entre estudantes mais velhos, mesmo depois do ensino de um novo modelo que contradiz a compreensão ingênua. Por exemplo, em um estudo com alunos de física de faculdades de elite e de orientação tecnológica, Andrea DiSessa pediu que eles usassem um jogo eletrônico, que exigia o controle de um objeto simulado no computador, denominado Dynaturtle, de modo que acertassem um alvo, fazendo isso com um mínimo de velocidade de impacto.<sup>37</sup> O jogo foi apresentado aos participantes. Antes de começar, os estudantes fizeram um teste prático, envolvendo a aplicação de alguns golpes, com um pequeno taco de madeira, numa bola de tênis sobre uma mesa. O mesmo jogo eletrônico foi usado por crianças do ensino fundamental. DiSessa constatou que ambos os grupos de alunos fracassaram totalmente. O

<sup>34</sup> J. Minstrell, "Teaching Science for Understanding", cit.

<sup>35</sup> S. Vosniadou & W. F. Brewer, "The Concept of the Earth's Shape", cit.

<sup>36</sup> R. Gelman & C. R. Gallistel, *The Child's Understanding of Number* (Cambridge: Harvard University Press, 1978).

<sup>37</sup> A. DiSessa, "Unlearning Aristotelian Physics: a Study of Knowledge-Base Learning", em *Cognitive Science*, nº 6, 1982.

sucesso teria exigido uma demonstração de que compreendiam as leis do movimento de Newton. Apesar de sua formação, os estudantes de física do ensino superior, como as crianças do ensino fundamental, apontaram o Dynaturtle móvel diretamente para o alvo, sem levar em conta a força cinética. Uma análise posterior do desempenho de uma universitária que participou do estudo revelou que ela conhecia as fórmulas e as propriedades físicas pertinentes; no entanto, no contexto do jogo, recaiu na sua concepção tosca de como funciona o mundo físico.

Estudantes de diversas idades persistem em suas crenças de que as estações são causadas pela distância da Terra ao Sol e não pela inclinação da Terra, ou de que um objeto lançado ao ar tem, atuando sobre si, tanto a força da gravidade como a força da mão que o arremessou, apesar da instrução em contrário.<sup>38</sup> Para que a compreensão científica substitua a compreensão ingênua, os alunos precisam revelar esta última e ter a oportunidade de perceber em que ponto ela é deficiente.

2. Para o desenvolvimento da competência numa área de investigação, os estudantes devem: (a) possuir uma base sólida de conhecimento factual, (b) entender os fatos e as idéias no contexto do arcabouço conceitual, e (c) organizar o conhecimento a fim de facilitar a recuperação e a aplicação.

Esse princípio advém da pesquisa que compara o desempenho dos especialistas e dos principiantes, e da pesquisa sobre a aprendizagem e a transferência. Os especialistas, independentemente do campo, sempre recorrem a uma base de informações amplamente estruturada; eles não são apenas “bons pensadores” ou “pessoas inteligentes”. A capacidade de planejar uma tarefa, de perceber padrões, de gerar argumentos e explicações razoáveis, de fazer analogias com outros problemas está mais intimamente relacionada com o conhecimento factual do que se acreditava antes.

Mas o conhecimento de um grande conjunto de fatos desconexos não é suficiente. Para desenvolver competência numa área de investigação, os estudantes precisam ter oportunidades de aprender e compreender. A compreensão profunda do assunto transforma a informação factual em conhecimento utilizável. Uma diferença acentuada entre o especialista e o principiante é que o domínio dos conceitos pelo especialista molda seu entendimento a respeito da nova informação: permite que perceba padrões, relacionamentos ou discrepâncias que não são evidentes para os principiantes. Os especialistas não necessariamente possuem uma memória geral melhor que a das outras pessoas. No entanto, seu entendimento conceitual permite que extraíam da informação um nível de significado que não é evidente para os principiantes, e isso os ajuda a selecionar e lembrar informações relevantes. Os especialistas também são capazes de acessar fluentemente o conhecimento, pois sua

<sup>38</sup> M. H. Schneps & P. M. Sadler, *A Private Universe*, vídeo, Departamento de Educação Científica do Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, Washington, Annenberg/CPB, 1987; J. Clement, “Students’ Preconceptions in Introductory Mechanics”, em *American Journal of Physics*, nº 50, 1982.

compreensão do assunto permite que rapidamente identifiquem o que é importante. Por isso, sua atenção não é onerada com eventos complexos.

Na maioria das áreas de estudo do sistema educacional G-12, os estudantes começam como principiantes; têm idéias informais sobre o objeto de estudo e diferem na quantidade de informação adquirida. A tarefa da educação pode ser vista como a de mover os estudantes na direção de uma compreensão mais formal (ou maior competência). Isso exigirá tanto um aprofundamento da base de informação como o desenvolvimento de um arcabouço conceitual para aquele assunto.

Podemos usar a geografia para ilustrar a maneira pela qual a competência se organiza em torno de princípios que sustentam o entendimento. Um aluno pode aprender a preencher um mapa por meio da memorização de estados, cidades, países, etc. e completar a tarefa com alto nível de exatidão. Mas, se as fronteiras forem removidas, o problema se torna muito mais difícil. Não há conceitos que apoiem as informações do estudante. Um especialista, que sabe que as fronteiras muitas vezes se estabeleceram porque fenômenos naturais (como montanhas ou massas aquáticas) separaram as pessoas, e que grandes cidades freqüentemente surgiram em locais que permitiam o comércio (junto a rios, grandes lagos e portos costeiros), terá facilmente um desempenho melhor que o principiante. Quanto mais desenvolvida a compreensão conceitual das necessidades das cidades e da base de recursos que atraem as pessoas para elas, mais significativo se torna o mapa. Os estudantes podem se tornar mais competentes se a informação geográfica ensinada for inserida no arcabouço conceitual apropriado.

Uma descoberta fundamental na literatura do aprendizado e da transferência é que a organização da informação num arcabouço conceitual permite maior “transferência”; isto é, possibilita que o estudante aplique o que foi aprendido em novas situações e que aprenda informações afins mais rapidamente (ver quadro 3). O estudante que aprendeu dados geográficos relativos às Américas num arcabouço conceitual aborda a tarefa de aprender a geografia de outra parte do planeta com questões, idéias e expectativas que ajudam a orientar a aquisição de nova informação. A compreensão da importância geográfica do rio Mississippi prepara o terreno para que o aluno entenda a importância geográfica do rio Nilo. Além disso, à medida que os conceitos são reforçados, o estudante transfere o aprendizado para além da sala de aula, observando e pesquisando, por exemplo, as características geográficas de uma cidade visitada que ajudem a explicar sua localização e tamanho.<sup>39</sup>

---

<sup>39</sup> K. J. Holyoak, “Analogical Thinking and Human Intelligence”, em R. J. Sternberg (org.), *Advances in the Psychology of Human Intelligence*, vol. 2. (Hillsdale: Erlbaum, 1984); L. R. Novick & K. J. Holyoak, “Mathematical Problem Solving by Analogy”, em *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 17(3), maio de 1991.

3. Uma abordagem “metacognitiva” da instrução pode ajudar os estudantes a aprender a assumir o controle da sua própria aprendizagem por meio da definição dos objetivos da aprendizagem e do monitoramento do seu progresso em alcançá-los.

Numa pesquisa com especialistas, solicitados a verbalizar seu pensamento enquanto trabalhavam, revelou-se que eles monitoravam sua própria compreensão com cuidado, anotando quando sua compreensão exigia informações adicionais, se a nova informação era compatível com o que já sabiam, e quais analogias podiam ser inferidas para fazer progredir seu entendimento. Essas atividades de monitoramento metacognitivo são um importante elemento do que se designa *competência adaptativa*.<sup>40</sup>

---

QUADRO 3

---

*Lançamento de dardos sob a água*

Em um dos mais famosos estudos iniciais que comparava os efeitos entre a aprendizagem de um procedimento e a aprendizagem com entendimento, dois grupos de crianças praticaram lançamento de dardos num alvo mergulhado na água.<sup>41</sup> Um grupo recebeu explicação a respeito da refração da luz, que torna ilusória a localização aparente do alvo. O outro grupo apenas praticou o lançamento de dardo, sem explicação. Ambos os grupos se saíram igualmente bem na tarefa prática, envolvendo um alvo situado a 30 centímetros de profundidade. Mas o grupo que foi instruído sobre o princípio abstrato se saiu muito melhor quando transferido para uma situação em que o alvo estava colocado a apenas 10 centímetros de profundidade. Como entendeu o que estava fazendo, o grupo que recebeu instrução sobre a refração da luz pôde ajustar seu comportamento à nova tarefa.

---

Como a metacognição muitas vezes assume a forma de uma conversa interior, podemos facilmente supor que os indivíduos desenvolverão o diálogo interior sem depender de ninguém. No entanto, diversas estratégias que usamos para pensar refletem normas culturais e métodos de inquirição.<sup>42</sup> A pesquisa demonstrou que as crian-

---

<sup>40</sup> G. Hatano & K. Inagaki, “Two Courses of Expertise”, em H. Stevenson *et al.* (orgs.), *Child Development and Education in Japan* (Nova York: W. H. Freeman, 1986).

<sup>41</sup> Descrito em C. H. Judd, “The Relation of Special Training to General Intelligence”, em *Educational Review*, nº 36, 1908. Ver a réplica conceitual de G. Hendrickson & W. H. Schroeder, “Transfer of Training in Learning to Hit a Submerged Target”, em *Journal of Educational Psychology*, nº 32, 1941.

<sup>42</sup> E. Hutchins, *Cognition in the Wild* (Cambridge: MIT Press, 1995); S. Brice-Heath, “Toward an Ethnohistory of Writing in American Education”, em M. F. Whiteman (org.), *Writing: the Nature, Development, and Teaching of Written Communication*, vol. 1 (Hillsdale: Erlbaum, 1981), *Ways with Words: Language, Life and Work in Communities and Classrooms* (Cambridge: Cambridge University Press, 1983); J. H. Suina & L. B. Smolkin, “From Natal Culture to School Culture to Dominant Society Culture: Supporting Transitions for Pueblo Indian Students”, em P. M. Greenfield & R. R. Cocking (orgs.), *Cross-Cultural Roots of Minority Child Development* (Hillsdale: Erlbaum, 1994).

ças podem aprender essas estratégias, sendo capazes de prever resultados, de dar explicações a si mesmas a fim de melhorar sua compreensão, de perceber lacunas a preencher, de ativar o conhecimento de fundo, de planejar à frente e de ratear tempo e memória. O ensino recíproco, por exemplo, é uma técnica idealizada para melhorar a compreensão da leitura dos estudantes, ajudando-os a explicar, elaborar e monitorar seu entendimento enquanto lêem.<sup>43</sup> O modelo para a utilização das estratégias metacognitivas é fornecido inicialmente pelo professor, e os alunos praticam e discutem as estratégias enquanto aprendem a usá-las. No fim, os estudantes são capazes de se estimular e monitorar sua própria compreensão sem o apoio do professor.

O ensino das atividades metacognitivas deve ser incorporado ao assunto que os estudantes estão aprendendo.<sup>44</sup> Essas estratégias não são genéricas para todos os assuntos, e as tentativas de ensiná-las como genéricas podem levar ao insucesso da transferência. O ensino de estratégias metacognitivas em contexto revelou melhorar o entendimento na física, na composição escrita e nos métodos heurísticos de solução de problemas matemáticos. Além disso, as práticas metacognitivas demonstraram aumentar o grau em que os estudantes transferem o que aprenderam para novos cenários e eventos.<sup>45</sup>

Cada uma dessas técnicas partilha uma estratégia para ensinar e modelar o processo de gerar métodos alternativos (para desenvolver uma idéia em redação ou uma estratégia para solução de problemas matemáticos), para avaliar seus méritos na ajuda para atingir um objetivo e para monitorar o progresso rumo a esse objetivo. As discussões em classe são utilizadas para apoiar o desenvolvimento da habilidade, visando a independência e a auto-regulação.

## Consequências para o ensino

Ainda que pareçam simples, os três princípios essenciais de aprendizagem acima descritos têm consequências profundas para a tarefa do ensino e para a preparação do professor.

1. *Os professores devem extrair a compreensão preexistente trazida pelos alunos e trabalhar com ela.*  
Isso exige que:

<sup>43</sup> A. S. Palincsar & A. L. Brown, "Reciprocal Teaching of Comprehension Monitoring Activities", cit.

<sup>44</sup> B. Y. White & J. R. Fredrickson, "Inquiry, Modeling, and Metacognition", cit.

<sup>45</sup> *Ibidem*; M. Scardamalia *et al.*, "Teachability of Reflective Processes in Written Composition", cit.; A. H. Schoenfeld, "Problem Solving in the Mathematics Curriculum", cit., *Mathematical Problem Solving*, cit., "On Mathematics as Sense Making", cit.; A. S. Palincsar & A. L. Brown, "Reciprocal Teaching of Comprehension Monitoring Activities", cit.

- O modelo da criança como recipiente vazio a ser preenchido com conhecimento fornecido pelo professor deve ser substituído. Em vez disso, o professor deve inquirir ativamente o pensamento dos estudantes, criando na sala de aula tarefas e condições em que o pensamento do aluno possa se revelar. As concepções iniciais dos estudantes fornecem então a base sobre a qual se constrói a compreensão mais formal do assunto.
  - Os papéis da avaliação devem ser expandidos para além do conceito tradicional da realização de provas. O emprego freqüente da avaliação formativa ajuda a tornar o pensamento dos estudantes visíveis para eles mesmos, para seus colegas e para o professor. Isso proporciona feedback, que pode orientar a modificação e o refinamento do raciocínio. Dado o objetivo da aprendizagem com compreensão, as avaliações devem revelar o entendimento em vez de meramente mostrar a capacidade de repetir fatos ou desempenhar habilidades isoladas.
  - As escolas de educação devem dar oportunidades aos professores iniciantes de aprender a: (a) identificar idéias preconcebidas previsíveis dos estudantes que possam representar um obstáculo ao domínio de um assunto específico, (b) extrair idéias preconcebidas não previsíveis, e (c) trabalhar com as idéias preconcebidas, de modo que as crianças possam elaborá-las, contestá-las e, quando adequado, substituí-las.
2. Os professores devem ensinar algum assunto em profundidade, fornecendo muitos exemplos em que o mesmo conceito está em ação e proporcionando uma base sólida de conhecimento factual. Isso exige que:
- Em certa área temática, a cobertura superficial de todos os tópicos deve ser substituída por uma cobertura detalhada de uma quantidade menor de tópicos, permitindo que os principais conceitos dessa disciplina sejam entendidos. Naturalmente, o objetivo da cobertura não precisa ser abandonado por completo. No entanto, deve haver uma quantidade suficiente de casos de estudo aprofundado, permitindo que os alunos compreendam os conceitos que definem domínios específicos de certa disciplina. Além disso, o estudo aprofundado em certo domínio muitas vezes requer que as idéias sejam trabalhadas em mais do que um único ano escolar, antes que os estudantes possam fazer a transição das idéias informais para as formais. Isso vai exigir a coordenação ativa do currículo através das séries escolares.
  - Os próprios professores devem trazer para o ensino a sua experiência do estudo aprofundado de sua área temática. Para poder desenvolver ferramentas pedagógicas eficientes, o professor deve estar familiarizado com o progresso da inquirição e os termos do discurso na sua disciplina, além de entender a relação entre as informações e os conceitos que ajudam a organizar essas informações na disciplina. É igualmente importante, porém, que o professor compreenda como evolui e se desenvolve o raciocínio dos alunos sobre esses conceitos. Isto será essencial para desenvolver a competência no ensino, mas não a competência na

disciplina. Portanto, pode exigir cursos ou extensões curriculares idealizados especificamente para professores.

- A avaliação para propósitos de responsabilização pelos resultados (por exemplo, os exames estaduais) deve testar a compreensão profunda e não o conhecimento superficial. Frequentemente, as ferramentas de avaliação são o critério pelo qual os professores são responsabilizados. Um professor se vê em maus lençóis se é solicitado a ensinar visando uma compreensão conceitual profunda, mas, ao fazer isso, produz estudantes com desempenho mais deficiente nos testes padronizados. A menos que as novas ferramentas de avaliação estejam alinhadas com as novas abordagens de ensino, é improvável que estas conquistem apoio entre as escolas e seus conselhos de pais. Esse objetivo é tão importante quanto difícil de ser alcançado. O formato dos testes padronizados pode estimular a mensuração do conhecimento factual em vez da compreensão conceitual, mas também facilita a classificação objetiva. A mensuração da profundidade da compreensão pode impor desafios para a objetividade. É necessário muito trabalho para minimizar o desequilíbrio entre a avaliação profunda e a avaliação objetiva.
3. *O ensino de habilidades metacognitivas deve ser integrado no currículo de diversas áreas temáticas.*

Como a metacognição muitas vezes assume a forma de um diálogo interior, muitos estudantes podem não ter consciência da sua importância, a não ser que os processos sejam explicitamente enfatizados pelos professores. A ênfase na metacognição precisa acompanhar a instrução em cada disciplina, pois o tipo de monitoramento vai variar. Em história, por exemplo, o aluno pode se perguntar: “Quem escreveu esse documento?” e “Como isso afeta a interpretação dos fatos?”, ao passo que em física ele pode monitorar sua compreensão acerca do princípio físico subjacente em ação.

- A integração da instrução metacognitiva com a aprendizagem baseada na disciplina pode acentuar o progresso dos alunos, desenvolvendo, entre a capacidade de aprender sozinhos. Deve ser incorporada aos currículos em todas as disciplinas e faixas etárias.
- O desenvolvimento de estratégias metacognitivas sólidas e a aprendizagem para o ensino dessas estratégias no ambiente de sala de aula devem ser características habituais do currículo das escolas de educação.

Os dados provenientes da pesquisa indicam que, quando esses três princípios estão incorporados ao ensino, os resultados dos alunos melhoram. Por exemplo, o programa ThinkerTools (“ferramentas do pensador”) para o ensino da física num ambiente informático interativo focaliza os conceitos e as propriedades fundamentais da física, permitindo que os estudantes testem suas idéias preconcebidas na elaboração de modelos e nas atividades experimentais. O programa inclui um “ciclo de inquirição”, que os ajuda a monitorar onde estão no processo de inquirição. O

programa solicita avaliações reflexivas dos alunos, possibilitando que revisem as avaliações dos seus colegas de classe. Em certo estudo, alunos da 5ª série de uma escola de subúrbio que estudavam física usando o programa ThinkerTools apresentaram melhor desempenho na resolução de problemas conceituais de física que estudantes de física do 2º e 3º anos do ensino médio, no mesmo sistema escolar, ensinados pelos métodos convencionais. Um segundo estudo, comparando estudantes da 6ª à 8ª série de escolas de áreas urbanas com estudantes do 2º e 3º anos do ensino médio de escolas de subúrbio, também revelou que os estudantes mais jovens, ensinados pela abordagem baseada na inquirição, apresentaram uma compreensão maior dos princípios fundamentais da física.<sup>46)</sup> *thinker tools*

## Trazendo ordem ao caos

Um dos benefícios de concentrar-se em como as pessoas aprendem é que isso ajuda a pôr ordem na aparente cacofonia de opções. Consideremos as diversas estratégias possíveis de ensino, debatidas nos círculos educacionais e na mídia. A figura 1 representa-as no formato de um diagrama: ensino com base em aula expositiva, ensino com base em texto, ensino com base em inquirição, ensino reforçado pela tecnologia, ensino organizado em torno de indivíduos *versus* grupos cooperativos, e assim por diante. Será que algumas dessas técnicas de ensino são melhores que as outras? Será que a aula expositiva é uma maneira insatisfatória de ensino, como muitos parecem asseverar? Será que a aprendizagem cooperativa é efetiva? Será que as tentativas de usar computadores (ensino reforçado pela tecnologia) favorecem ou prejudicam os resultados?

Este livro sugere que essas questões estão incorretas. Perguntar qual técnica de ensino é melhor é o mesmo que perguntar qual ferramenta é melhor: um martelo, uma chave de fenda, uma faca ou um alicate? Ao se ensinar carpintaria, a escolha das ferramentas depende da tarefa à mão e dos materiais envolvidos. Os livros e as aulas expositivas *podem* ser modos maravilhosamente eficientes para transmitir novas informações para a aprendizagem, para estimular a imaginação e para aguçar as faculdades críticas dos estudantes; mas escolheríamos outros tipos de atividade para extrair as idéias preconcebidas e o nível de compreensão dos alunos, ou para ajudá-los a perceber o poder de utilizar estratégias metacognitivas para monitorar sua aprendizagem. As experiências práticas *podem* ser uma maneira eficiente de fundamentar o conhecimento emergente, mas sozinhas não evocam a compreensão conceitual subjacente que ajuda a generalização. Não existe nenhuma prática de ensino que seja universalmente melhor.

\* B.Y.White & J.R. Fredrickson, *The ThinkerTools Inquiry Project*, cit., "Inquiry, Modeling, and Metacognition", cit.

Se, em vez disso, o ponto de partida for um conjunto básico de princípios de aprendizagem, a seleção das estratégias de ensino (mediadas, é claro, por assunto, nível da série escolar e resultado desejado) poderá ser feita com critério. As diversas possibilidades tornam-se então um rico conjunto de oportunidades, por meio do qual o professor elabora um programa instrucional e não um caos de alternativas concorrentes.

O enfoque em como as pessoas aprendem também ajudará os professores a ir além das dicotomias do tipo “isto ou aquilo” que infestam o campo da educação, como, por exemplo, a questão de se as escolas devem enfatizar “os fundamentos” ou ensinar a pensar e a resolver problemas. Este livro mostra que as duas coisas são necessárias. Na realidade, a capacidade dos estudantes de adquirir conjuntos organizados de fatos e habilidades aumenta quando estes estão relacionados a atividades significativas de solução de problemas e quando os alunos são ajudados a entender por que, quando e como esses fatos e essas habilidades são relevantes. Além disso, as tentativas de ensinar habilidades de raciocínio sem uma base sólida de conhecimento factual não favorecem a capacidade de resolver problemas, nem sustentam a transferência para novas situações.

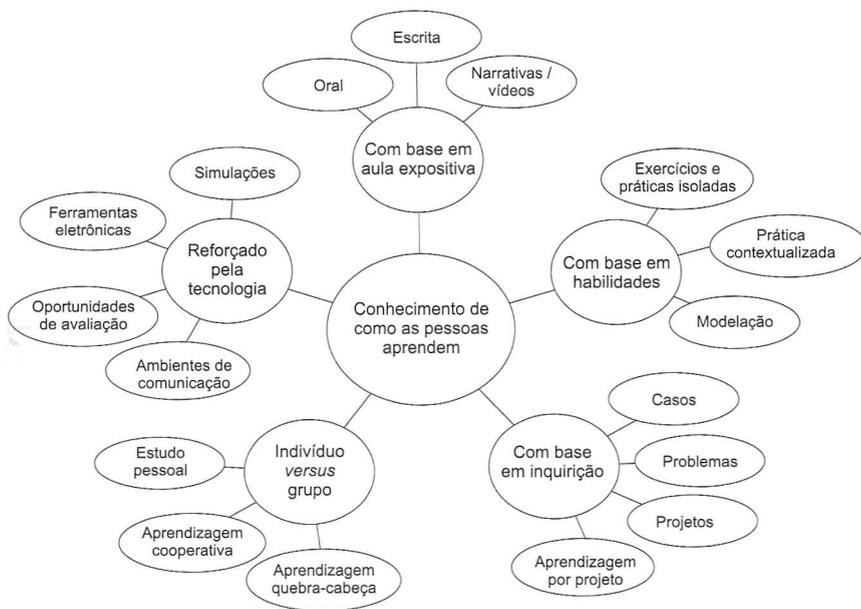


Figura 1 – Sabendo como se aprende, os professores podem escolher com mais critério entre as técnicas adequadas para a realização de objetivos específicos.

## Como projetar ambientes de sala de aula

O capítulo 6 deste livro propõe um arcabouço para ajudar a orientar o projeto e a avaliação dos ambientes que podem otimizar a aprendizagem. Considerando seria-

mente os três princípios discutidos anteriormente, postulamos quatro atributos inter-relacionados que precisam ser cultivados nos ambientes de aprendizagem.

1. *As escolas e as salas de aula devem estar centradas no aprendiz.*

Os professores devem prestar muita atenção ao conhecimento, às habilidades e às atitudes trazidos pelos aprendizes para a sala de aula. Isso inclui as idéias preconcebidas com respeito ao assunto, já discutidas, mas também uma compreensão mais ampla do aprendiz. Por exemplo:

- As diferenças culturais podem afetar o nível de conforto dos estudantes no trabalho cooperativo *versus* o trabalho individual, e refletem-se no conhecimento de fundo que os estudantes trazem para a nova situação de aprendizagem.<sup>47</sup>
- As teorias dos estudantes a respeito do que significa ser inteligente podem afetar seu desempenho. A pesquisa revela que os estudantes que consideram a inteligência como uma entidade fixa são provavelmente mais voltados para o desempenho que para a aprendizagem; eles querem parecer bons em vez de se arriscarem a cometer erros enquanto aprendem. É muito provável que eles desistam quando as tarefas se tornam difíceis. Em comparação, os estudantes que acham que a inteligência é maleável estão mais dispostos a enfrentar tarefas desafiadoras; sentem-se mais confortáveis em relação ao risco.<sup>48</sup>

Os professores em salas de aula centradas no aprendiz também prestam muita atenção ao progresso individual de cada aluno e idealizam tarefas apropriadas. Apresentam aos estudantes “dificuldades manejáveis”, isto é, desafiadoras o suficiente para manter o envolvimento, mas não tão difíceis a ponto de desencorajá-los. Por isso, precisam compreender o conhecimento, os níveis de habilidade e os interesses dos estudantes.<sup>49</sup>

2. *Para proporcionar um ambiente de sala de aula centrado no conhecimento, é preciso prestar atenção ao que é ensinado (informações, assuntos), por que é ensinado (compreensão) e como se revela a competência ou habilidade.*

Como já mencionado, a pesquisa discutida nos capítulos a seguir mostra com clareza que a competência envolve o conhecimento bem organizado que sustenta a compreensão, e que aprender entendendo é importante para o desenvolvimento da competência, pois facilita a nova aprendizagem (isto é, apóia a transferência).

---

<sup>47</sup> L. C. Moll *et al.*, “Living Knowledge: the Social Distribution of Cultural Sources for Thinking”, em G. Salomon (org.), *Distributed Cognitions* (Cambridge: Cambridge University Press, 1993).

<sup>48</sup> C. S. Dweck, “Motivation”, em A. Lesgold & R. Glaser (orgs.), *Foundation for a Psychology of Education* (Hillsdale: Erlbaum, 1989); C. Dweck & E. Legget, “A Social-Cognitive Approach to Motivation and Personality”, em *Psychological Review*, nº 95, 1988.

<sup>49</sup> E. Duckworth, “*The Having of Wonderful Ideas*” and *Other Essays on Teaching and Learning* (Nova York: Teachers College Press/Universidade de Colúmbia, 1987).

A aprendizagem com entendimento é, freqüentemente, mais difícil de ser realizada do que a simples memorização e leva mais tempo. Diversos currículos não conseguem apoiar esse tipo de aprendizagem porque apresentam muitos fatos desconexos num tempo muito curto – ou seja, problemas com “um quilômetro de extensão e poucos centímetros de profundidade”. Muitas vezes, os testes reforçam a memorização em vez da compreensão. O ambiente centrado no conhecimento fornece a profundidade necessária de estudo, avaliando a compreensão do estudante e não a memória factual. Incorpora o ensino das estratégias metacognitivas que facilitam a aprendizagem futura.

Os ambientes centrados no conhecimento também olham além do envolvimento como índice principal do ensino de sucesso.<sup>50</sup> Sem dúvida, o interesse ou envolvimento dos alunos numa tarefa é importante. No entanto, não garante que os estudantes adquirirão os tipos de conhecimento que sustentarão a nova aprendizagem. Há importantes diferenças entre tarefas e projetos que estimulam a ação prática e os que estimulam a ação com entendimento; o ambiente centrado no conhecimento enfatiza o último.<sup>51</sup>

3. *As avaliações formativas – avaliações contínuas, idealizadas para tornar visível o raciocínio dos alunos tanto para eles próprios como para os professores – são essenciais. Permitem que o professor compreenda as idéias preconcebidas dos estudantes, perceba em que ponto estão no caminho que leva do raciocínio informal para o formal e planeje a instrução de acordo com isso. No ambiente da sala de aula centrada na avaliação, as avaliações formativas ajudam tanto professores como alunos na monitoração do progresso.*

Nessas salas de aula, uma característica importante das avaliações é que elas são amigáveis em relação ao aprendiz: não são o exame de sexta-feira, para o qual os alunos memorizam as informações na noite anterior e recebem uma nota que os classifica em relação aos colegas de classe. Em vez disso, essas avaliações devem dar aos alunos oportunidades de revisar e melhorar seu raciocínio, ajudá-los a perceber seu próprio progresso ao longo de semanas ou meses e ajudar os professores a identificar problemas que precisam ser remediados (problemas que podem não ser visíveis sem as avaliações).<sup>52</sup> Por exemplo, uma classe do ensino médio que estuda os princípios da democracia pode propor um cenário em que uma colônia de pessoas acaba de se fixar na Lua e tem de estabelecer um governo. As propostas dos estudantes em relação à definição das características de tal governo, assim como a discussão dos problemas previstos no seu estabelecimento, podem revelar, tanto para professores como para

---

<sup>50</sup> R. S. Prawaf *et al.*, “Teaching Mathematics for Understanding: Case Study of Four Fifth-Grade Teachers”, em *Elementary School Journal*, nº 93, 1992.

<sup>51</sup> J. Greeno, “Number Sense as Situated Knowing in a Conceptual Domain”, em *Journal for Research in Mathematics Education*, 22(3), 1991.

<sup>52</sup> N. J. Vye *et al.* & Cognition and Technology Group at Vanderbilt, “SMART Environments that Support Monitoring, Reflection, and Revision”, em D. Hacker *et al.* (orgs.), *Metacognition in Educational Theory and Practice* (Mahwah: Erlbaum, 1988).

alunos, áreas em que o pensamento dos estudantes estão mais ou menos avançadas. Esse exercício é menos um teste e mais um indicador do ponto que a inquirição e a instrução devem focalizar.

4. *A aprendizagem é influenciada de maneira fundamental pelo contexto em que acontece. Uma abordagem centrada na comunidade requer o desenvolvimento de normas para a sala de aula e para a escola, assim como conexões com o mundo exterior, que apoiem valores essenciais da aprendizagem.*

As normas estabelecidas na sala de aula têm efeitos significativos sobre os resultados alcançados pelos alunos. Em algumas escolas, as normas podem ser expressas como “não se deixe apanhar em algo que você não sabe”. Outras escolas estimulam os alunos a correrem o risco e valorizam as oportunidades de cometer erros, obter feedback e corrigi-los. Sem dúvida, se os estudantes precisam expor suas idéias preconcebidas sobre um assunto, suas questões e seu progresso rumo ao entendimento, as normas da escola devem apoiar essas ações.

Os professores devem se encarregar de planejar as atividades de sala de aula e ajudar os estudantes a organizar seu trabalho a fim de fomentar o tipo de camaradagem intelectual e de postura em relação à aprendizagem que desenvolve o sentido de comunidade. Em tal comunidade, os estudantes podem ajudar-se mutuamente na solução de problemas, apoiando-se nos conhecimentos uns dos outros, formulando questões para esclarecer as explicações e propondo caminhos que direcionem o grupo para seu objetivo.<sup>53</sup> Tanto a colaboração na solução de problemas como a argumentação entre os estudantes, em tal comunidade intelectual, reforçam o desenvolvimento cognitivo.<sup>54</sup>

Os professores devem ser capacitados e estimulados a estabelecer uma comunidade de aprendizes entre eles mesmos.<sup>55</sup> Essas comunidades podem fomentar neles o sentimento de ficarem à vontade para perguntar, em vez de saberem todas as respostas, e desenvolver um modelo de criação de novas idéias baseado nas contribuições de cada membro. Podem engendrar um sentimento de entusiasmo pela aprendizagem, que é

<sup>53</sup> A. L. Brown & J. C. Campione, “Guided Discovery in a Community of Learners”, em K. McGilly (org.), *Classroom Lessons: Integrating Cognitive Theory and Classroom Practices* (Cambridge: MIT Press, 1994).

<sup>54</sup> J. St. B. T. Evans, *Bias in Human Reasoning* (Hillsdale: Erlbaum, 1989); S. E. Newstead & J. St. B. T. Evans (orgs.), *Perspectives on Thinking and Reasoning: Essays in Honour of Peter Wason* (Hillsdale: Erlbaum, 1995); A. I. Goldman, “Argument and Social Epistemology”, em *Journal of Philosophy*, nº 91, 1994; J. Habermas, *Moral Consciousness and Communicative Action* (Cambridge: MIT Press, 1990); D. Kuhn, *The Skills of Argument* (Cambridge: Cambridge University Press, 1991); D. Moshman, “Reasoning as Self-Constrained Thinking”, em *Human Development*, nº 38, 1995, “The Construction of Moral Rationality”, em *Human Development*, nº 38, 1995; M. H. Salmon & C. M. Zeitz, “Analyzing Conversational Reasoning”, em *Informal Logic*, nº 17, 1995, pp. 1-23; J. Youniss & W. Damon, “Social Construction in Piaget’s Theory”, em H. Berlin & P. B. Pufal (orgs.), *Piaget’s Theory: Prospects and Possibilities* (Hillsdale: Erlbaum, 1992).

<sup>55</sup> J. Lave & E. Wegner, *Situated Learning*, cit.

então transferido para a sala de aula, conferindo um sentido de apropriação das novas idéias, uma vez que eles as aplicam na teoria e na prática.

Igualmente, as escolas precisam desenvolver maneiras de associar a aprendizagem da sala de aula com outros aspectos da vida dos estudantes. Obter o apoio dos pais aos princípios essenciais da aprendizagem e envolvê-los no processo de aprendizagem é extremamente importante.<sup>56</sup> A figura 2 mostra a porcentagem de tempo que os estudantes de um grande distrito escolar passam na escola. Se um terço do seu tempo fora da escola (sem contar as horas de sono) é gasto assistindo à televisão, então os estudantes, aparentemente, passam mais horas por ano assistindo à televisão do que frequentando a escola. Dirigir o foco exclusivamente para as horas que eles passam na escola é negligenciar as diversas oportunidades de aprendizagem orientada em outros cenários.

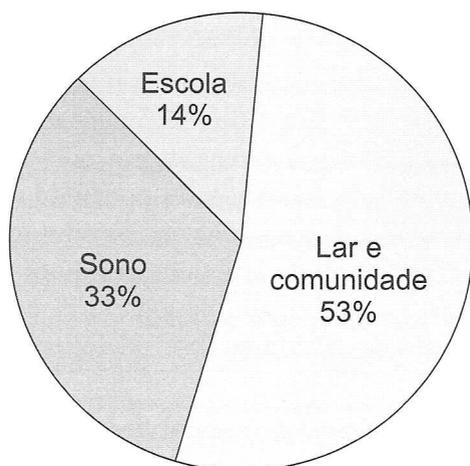


Figura 2 – Os estudantes passam apenas 14% do seu tempo na escola.

### Aplicação da estrutura de projeto à aprendizagem adulta

A estrutura de projeto resumida acima considera que os aprendizes são crianças, mas os mesmos princípios se aplicam à aprendizagem adulta. Esse ponto é particularmente importante, pois a incorporação dos princípios contidos neste livro à prática educacional exigirá grande quantidade de aprendizado adulto. Diversos métodos para

<sup>56</sup> L. C. Moll, "Creating Strategic Learning Environments for Students: a Community-Based Approach", trabalho apresentado na reunião anual da American Educational Research Association, São Francisco, 1986, "Writing as a Communication: Creating Strategic Learning Environments for Students", em *Theory into Practice*, nº 25, 1986, *Vygotsky and Education* (Nova York: Cambridge University Press, 1990).

o ensino de adultos violam sistematicamente os princípios referentes à otimização da aprendizagem. Os programas de desenvolvimento profissional para professores, por exemplo, com frequência:

- *Não são centrados no aprendiz.* Em vez de perguntar aos professores que tipo de ajuda necessitam, espera-se que eles simplesmente frequentem cursos preparados de antemão.
- *Não são centrados no conhecimento.* Os professores são simplesmente apresentados a uma nova técnica (como a aprendizagem cooperativa), sem que se lhes dê oportunidade de entender por que, quando, onde e como essa técnica pode ser útil. Especialmente importante é a necessidade de integrar a estrutura das atividades com o conteúdo do currículo ensinado.
- *Não são centrados na avaliação.* Para os professores mudarem suas práticas, precisam ter ocasião de experimentar as novidades fora da sala de aula e então receber feedback. A maioria das oportunidades de desenvolvimento profissional não oferece tal feedback. Além disso, seu objetivo é geralmente a mudança da prática do ensino, mas desconsideram desenvolver nos professores a capacidade de julgar a transferência bem-sucedida da técnica para a sala de aula ou seus efeitos sobre os resultados alcançados pelos alunos.
- *Não são centrados na comunidade.* Diversas oportunidades de desenvolvimento profissional são conduzidas isoladamente. As oportunidades para o contato e o apoio contínuos, enquanto os professores incorporam as novas idéias à sua prática de ensino, são limitadas, embora a expansão acelerada do acesso à internet proporcione um meio ágil para a manutenção de tal contato, desde que se disponha de ferramentas e serviços adequadamente projetados.

Os princípios de aprendizagem e suas implicações para o projeto de ambientes de aprendizagem aplicam-se igualmente à aprendizagem infantil e adulta. Proporcionam uma lente através da qual se pode ver como é a prática corrente com respeito ao ensino no sistema G-12 e à preparação dos professores na agenda de pesquisa e desenvolvimento. Os princípios são igualmente relevantes quando consideramos outros grupos, como os formuladores de políticas públicas e o público, cuja aprendizagem também é necessária para a mudança da prática educacional.