

As ciências cognitivas e o ensino*

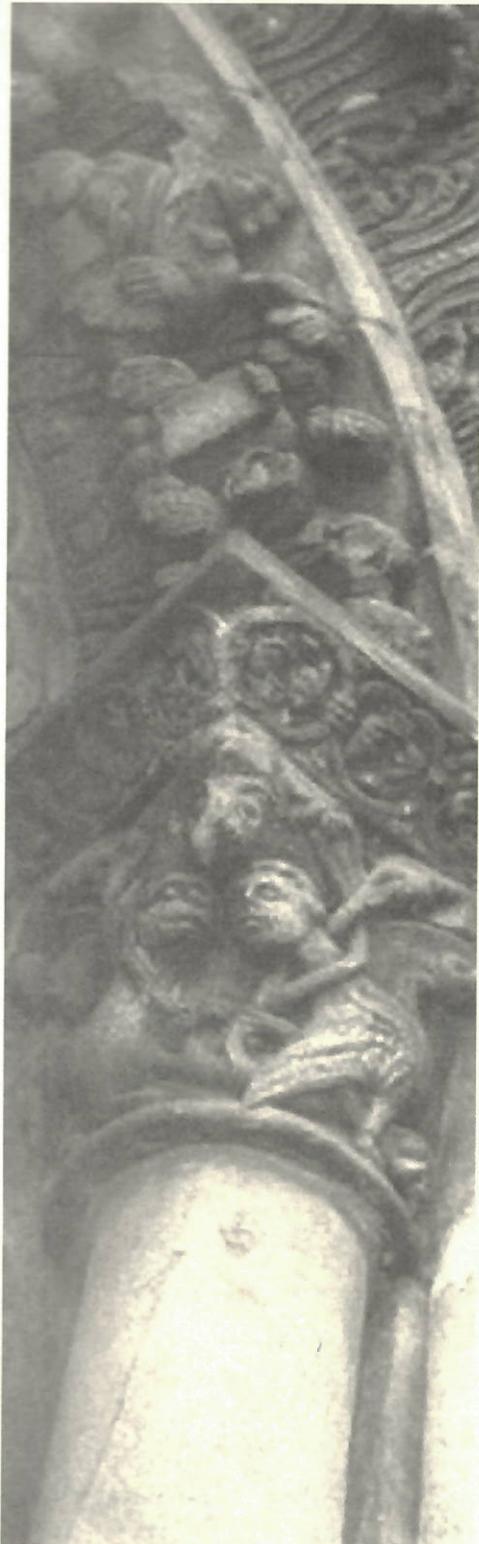
Mario Richard
Steve Bissonnette

Objetivos de aprendizagem

Após a leitura deste capítulo, você deveria ser capaz:

- de compreender a contribuição das ciências cognitivas no processo de aprendizagem;
- de descrever as três fases do processo de aprendizagem e as intervenções pedagógicas correspondentes;
- de determinar as implicações pedagógicas do funcionamento da memória sobre o ato de ensinar.

* Os autores fazem questão de agradecer a Béatrice Pudelko, professora-pesquisadora em Tecnologia Educativa na Téliuq [Télé-université du Québec – Ensino a distância], pelos preciosos conselhos e ajuda que nos forneceu por ocasião da redação deste capítulo.



Introdução

Todo profissional, a fim de trabalhar eficientemente, precisa de um modelo de referência. O ensino não é exceção a essa regra. Assim, da mesma maneira que um médico se baseia no seu conhecimento do funcionamento do corpo humano para diagnosticar e tratar os pacientes, o docente se beneficiará com uma melhor compreensão das engrenagens da cognição, que engloba o processo de aprendizagem, para planejar e adaptar as suas intervenções pedagógicas.

As descobertas em ciências cognitivas, aplicadas e validadas na sala de aula, podem guiar a intervenção educativa, como faz a biologia com a prática médica, por exemplo. Sem pretender reduzir o ensino ao cognitivismo, as pesquisas das quatro últimas décadas nessa área fornecem dados inestimáveis sobre o tratamento da informação, assim como sobre suas incidências no funcionamento da memória e da aprendizagem. Permitindo-nos compreender melhor como o pensamento humano se estrutura, as ciências cognitivas podem contribuir grandemente para melhorar o ato de ensinar e, por conseguinte, a aprendizagem dos alunos.

Começamos este capítulo situando a contribuição das ciências cognitivas e descrevendo sucintamente a maneira como elas se desenvolveram. Apresentaremos e explicitaremos, em seguida, a arquitetura cognitiva e a função dos três tipos de memória que a compõem. Depois, apoiando-nos nessa arquitetura, mostraremos a maneira como as ciências cognitivas abordam o processo de aprendizagem, insistindo sobre duas teorias da cognição determinantes para o ensino: as de John Anderson e de John Sweller. Na seção seguinte, falaremos do vínculo entre essas duas teorias, assim como da construção da representação que constitui a pedra angular do processo de aprendizagem. Em seguida, trataremos das três principais fases do ato de aprender: a aquisição, a retenção e a transferência. Abordaremos, enfim, o tema da metacognição para realçar a maneira como esse processo pode facilitar o tratamento da informação no seu aspecto tanto cognitivo quanto afetivo. Ao longo desse procedimento, propomos também determinar as diferentes implicações pedagógicas de cada uma dessas fases. Concluiremos o capítulo descrevendo a contribuição importante das pesquisas em ciências cognitivas para o mundo da educação.

16.1 A contribuição das ciências cognitivas

A psicologia cognitiva se interessa pelo detalhe das atividades mentais de um indivíduo, com as quais ele organiza seus pensamentos e suas ações. Para isso, tal psicologia utiliza métodos empíricos diversificados que permitem inferir as atividades mentais a partir dos comportamentos e das verbalizações de sujeitos envolvidos em tarefas. Assim, o estudo pioneiro do paradigma computacional na psicologia, empreendido por Newell & Simon (1972), contém no mínimo 200 páginas para descrever as verbalizações de indivíduos empenhados na resolução de problemas! Os modelos de atividades mentais, elaborados desse modo, podem em seguida ser simulados por modelos de tratamento da informação, implementados por computador.

O primeiro período da psicologia cognitiva – o cognitivismo “clássico” que data de 1956 – sublinhou o caráter sequencial do tratamento da informação, tendo demonstrado a existência de um “gargalo” constituído pela capacidade limitada desse tratamento em razão das restrições impostas pelo sistema cognitivo. As pesquisas de Bruner, Goodnow e Austin (1956) sobre a aquisição dos conceitos encontram-se entre as primeiras a demonstrar que o ser humano elaborava estratégias para atingir seus objetivos, apesar da – ou graças à – mencionada “tensão cognitiva” ocasionada pelos limites de tratamento de seu sistema cognitivo. A resolução de problemas tornou-se, assim, o campo privilegiado para estudar as estratégias cognitivas. Um problema pode ser definido em termos de distância existente entre um estado inicial e um estado pretendido, para o qual não há solução conhecida, nem procedimento que seja aplicável de imediato. Os trabalhos de Newell & Simon (1972) sobre as

estratégias de resolução de problemas em várias áreas – tais como o jogo de xadrez, a matemática, os quebra-cabeças etc. – permitiram enfatizar vários tipos de estratégias, como “a análise meios-fins”, utilizadas amplamente por pessoas inexperientes. Esses trabalhos levaram os pesquisadores a conceber o pensamento humano como um “sistema geral de resolução de problemas”.

A partir daí, os cognitivistas começaram a estudar problemas e tarefas cada vez mais complexas. Embora jogar xadrez ou resolver quebra-cabeças necessite o domínio de certas regras, essas tarefas fazem apelo unicamente a uma quantidade restrita de conhecimentos, que são bem definidos. Quanto mais os cognitivistas refinavam seus métodos, mais se dedicavam ao estudo de áreas de pesquisa ricas em conteúdo. Lançaram-se na análise das situações de resolução de problemas vividos pelos físicos, matemáticos ou médicos, por exemplo, ao estabelecerem um diagnóstico. Eles estudaram a leitura e a escrita, assim como o papel desses processos na aquisição dos conhecimentos gerais. O prolongamento das pesquisas nessas áreas permitiu-lhes comparar os desempenhos de peritos com os de novatos em matérias escolares.

Em seguida, a pesquisa em ciências cognitivas interessou-se pela análise do processo mediante o qual os novatos se tornam peritos. Esses estudos visavam explicar como, servindo-se do tempo e da prática, a perícia se desenvolve em determinada área. Eles proporcionaram a constituição de modelos que permitiam estabelecer as etapas de progressão do “processo de aprendizagem de qualquer coisa” [“novicité”] em direção à perícia. Se consideramos o ato de aprender como a via pela qual os novatos se tornam peritos, podemos dizer que esses modelos traçavam o caminho do processo de aprendizagem em diferentes áreas.

Ao focalizar, desde o início, os processos que um indivíduo utiliza em situação de resolução de problemas em determinada área, e ao compará-los com os processos que ele conseguirá construir exercitando-se em resolver novos problemas, pode-se medir e descrever a aprendizagem que foi realizada. Do mesmo modo, pode-se estudar a aprendizagem traçando as mudanças ocorridas nos processos mentais dos alunos à medida que eles progredem no desenvolvimento de suas competências. Graças a um conhecimento detalhado desses processos, pode-se chegar a compreender melhor como se efetua o ato de aprender.

Em meados dos anos de 1970, os cognitivistas estudaram o desenvolvimento das competências nas tarefas escolares através dos diferentes níveis, do pré-escolar à universidade. No começo dos anos de 1980, a revolução cognitiva iniciada em 1956 gerou uma nova Teoria da Aprendizagem. Assim, as ciências cognitivas postulam que se pode considerar o homem e o computador como sistemas abertos, que têm a possibilidade de se comunicar com o ambiente. Ambos tratam a informação vinda do exterior e se regulam em função desses dados. Ambos manipulam igualmente símbolos, aplicando-lhes algoritmos de cálculo. Ora, tratar informação é manipular símbolos. O cérebro e o computador são compostos de módulos que fazem a codificação (ou seja, a transformação dos dados recebidos em símbolos) e a armazenagem da informação, antes de produzir uma resposta. Para os cognitivistas, todo sistema inteligente (humano ou artificial) possui representações simbólicas do estado do mundo, sobre as quais se opera o tratamento, isto é, o pensamento.

As pesquisas em psicologia cognitiva, baseando-se no funcionamento do computador, es-

tudam a maneira pela qual o ser humano coleta, codifica, interpreta, modifica e armazena a informação proveniente do ambiente, e a maneira pela qual ele leva em conta tudo isso para tomar decisões. Existem várias teorias cognitivas relativas à aprendizagem; elas compartilham o postulado fundamental segundo o qual o pensamento é um sistema de tratamento da informação, atribuindo um *status* central às informações a respeito das quais os humanos elaboram uma representação, aos processos que utilizam para tratar esses dados e aos limites do sistema cognitivo que reduzem a quantidade de informação que eles estão em condições de representar e tratar na execução de determinada tarefa. Elas definem a aprendizagem como um conjunto de processos que permitem adquirir novos conhecimentos ou transformar os conhecimentos existentes. Essas teorias compartilham igualmente uma visão comum das características estruturais do sistema de tratamento da informação, ou seja, do que é designado como “arquitetura cognitiva”. Na seção que se refere à abordagem cognitiva da aprendizagem – e levando em consideração sua importância para o ensino –, vamos dedicar-nos ao estudo de duas dessas teorias: o modelo de desenvolvimento das competências e da perícia de John Anderson; e a Teoria da Carga Cognitiva, de John Sweller.

Entretanto, antes de avançar mais longe, é necessário apresentar a concepção da arquitetura do sistema cognitivo humano, elaborada na psicologia cognitiva, na qual a memória desempenha um papel-chave. Na perspectiva cognitiva, a aprendizagem está associada intrinsecamente à função da memória no sentido amplo, a qual é responsável pela construção, organização, codificação e recuperação dos conhecimentos.

16.2 A arquitetura cognitiva

A existência de três tipos de sistema – ou “registros” de memória – é hoje aceita amplamente; trata-se da memória sensorial, da memória de longo prazo e da memória de curto prazo, designada atualmente memória de trabalho. Esses registros de memória permitem preservar a informação para uma reutilização ulterior, além de intervir na aprendizagem de maneira diferenciada.

16.2.1 A memória sensorial

O ser humano possui a capacidade particular de conservar, durante algum tempo, uma parte relativamente importante das informações que ele percebe. Os resultados da experiência empreendida por Sperling, em 1960 – confirmados amplamente nas pesquisas posteriores – demonstraram que as informações visuais são registradas durante um vigésimo de segundo sob a forma de uma cópia literal do *stimulus* original, mas que esse “ícone” se dissipa em um terço de segundo e, em seguida, desaparece em um segundo. Além da memória sensorial icônica, que trata das informações visuais, procedeu-se à distinção de outras memórias sensoriais relativas a outros tipos de informação sensorial. A memória ecoica, por exemplo, registra e mantém os *stimuli* auditivos no decorrer de uma duração de 2 a 4 segundos. As memórias sensoriais prolongam, de algum modo, o *stimulus* inicial a fim de tornar possível seu tratamento ulterior na memória de trabalho.

16.2.2 A memória de longo prazo

A memória de longo prazo é um reservatório ilimitado de saberes, dividindo-se em duas estruturas distintas, mas complementares: a memória episódica e a memória semântica. A me-

mória episódica contém conhecimentos próprios a cada indivíduo, suas lembranças; é uma memória autobiográfica. Pelo fato de conter informação ligada às situações, aos acontecimentos e aos episódios da vida do indivíduo, é fortemente contextualizada. É uma via memorial que retém o lugar onde se efetua uma aprendizagem, o momento em que ela se desenrola e as pessoas ou circunstâncias que a cercam. Nossa memória episódica possui uma capacidade de retenção ilimitada, é regularmente atualizada e não exige nenhum treinamento, pois está diretamente ligada à nossa vivência.

Por sua vez, a memória semântica é uma memória conceitual. Ela compreende conhecimentos (como conceitos, princípios e regras), assim como imagens mentais e planos de ação que têm todos um alcance geral. A memória semântica gera a informação apresentada sob forma de palavras. Ela constitui a nossa memória linguística e efetua a retenção de todos os conceitos, fatos e conhecimentos gerais que possuímos. A maioria das aprendizagens escolares solicita essa memória. A memória semântica tem uma capacidade de retenção ilimitada, mas a integração dos conhecimentos declarativos se efetua dificilmente pois, como ela se alimenta de palavras, essa via memorial depende das associações, das comparações e das similitudes que devem ser estabelecidas com as aquisições anteriores. Essa memória contém conhecimentos que são de tipo declarativo ou processual-condicional.

Os conhecimentos declarativos se referem às coisas, aos fatos, aos conceitos, às imagens mentais e nos servem para descrever o mundo que nos cerca. São considerados como conhecimentos inertes, porque devem ser associados aos conhecimentos processuais para serem utilizados quando se age. Por sua vez, os conheci-

mentos processuais-condicionais estão ligados à ação ou às sequências de ações. Esses conhecimentos dizem respeito às maneiras de fazer, assim como aos momentos, lugares e objetivos da ação. Quando uma aprendizagem necessita de uma série de ações ou gestos consecutivos, uma sequência de procedimentos se cria. Os conhecimentos processuais se traduzem concretamente em ações e em comportamentos.

Os diferentes tipos de conhecimentos são armazenados na memória de longo prazo, segundo dois modos de organização: a rede semântica ou o esquema (NOISEUX, 1997). A rede semântica representa as ligações, associações e relações que podem ser estabelecidas entre a significação de uma palavra e determinados conceitos. Assim, a simples evocação da palavra “barco” pode fazer surgir da memória de longo prazo uma série de conceitos que lhe são associados: bombordo, estibordo, proa, popa, barco a vela, a motor etc. Esses diferentes conceitos são inter-relacionados, à maneira das malhas de uma rede de pesca. Na memória de longo prazo, todo novo saber vem se ligar, como malha, em associação com os conhecimentos anteriores.

O esquema constitui o segundo modo de organização de uma grande quantidade de dados na memória de longo prazo. Trata-se de representações genéricas de pessoas, objetos, acontecimentos, situações e comportamentos. A evocação da palavra “McDonald’s”, por exemplo, significa comida rápida, nenhum serviço para as mesas, pagar imediatamente na caixa, cadeiras pouco confortáveis etc. O esquema pode ser considerado como uma estrutura operatória que agrupa conhecimentos particulares, permitindo perceber, compreender, memorizar e efetuar certas atividades intelectuais, além de empreender ações. O esquema é, pois, uma estrutura ge-

ral e abstrata que agrupa subesquemas, que nos ajudam a organizar os nossos conhecimentos em relação a determinada situação, a fenômenos, acontecimentos, objetos e até pessoas. Fato importante: os esquemas são blocos de conhecimentos recuperados na memória como se fossem totalidades autônomas em relação aos outros conhecimentos.

Os conhecimentos são assim organizados na memória de longo prazo por processos associativos, e a rememoração de um elemento qualquer ativa os elementos que lhe estão ligados. Por essa razão, um fato rememorado pode reativar uma multidão de outros elementos e regiões completas da memória; podem então surgir novamente no campo da consciência. Quando se adquirem novos conhecimentos, estes se interconectam com os saberes anteriores, a fim de ser armazenados para eventualmente ser objeto de uma rememoração na memória de longo prazo.

Em conclusão, podemos pois dizer que as vias memoriais semânticas e episódicas, juntamente com a memória de trabalho, estão diretamente implicadas na obtenção da qualidade da compreensão, que constitui um ingrediente-chave para que uma aprendizagem seja integrada na memória de longo prazo. As memórias semântica e episódica devem trabalhar com a memória de curto prazo, também chamada memória de trabalho, para lembrar uma aprendizagem que elas armazenaram.

16.2.3 A memória de curto prazo ou memória de trabalho

O rótulo “curto prazo”, acrescentado à palavra memória, remete à duração em que podemos reter informações em nossa mente (habitualmente de 5 a 20 segundos) antes de esquecê-las

ou transferi-las para a nossa memória de longo prazo. Por sua vez, a expressão “memória de trabalho” se refere ao número de unidades de informação com o qual podemos trabalhar simultaneamente; ele é de sete para o adulto médio, com um desvio variando de mais ou menos dois. Pode-se estabelecer uma analogia com a função “salvar” da informática, que permite transferir dados que aparecem na tela de um computador, da memória viva (a memória de trabalho) para a memória morta (a memória de longo prazo), situada no disco rígido, a fim de conservá-los a longo prazo. Se o usuário esquece de “salvar”, a informação que aparece na tela desaparecerá, do mesmo modo que, em uma reunião social, esqueceremos o nome de uma pessoa a quem acabamos de ser apresentados por não termos tido tempo de situar essa informação na nossa memória de longo prazo.

A memória de curto prazo, ou memória de trabalho, comporta assim dois limites importantes: por um lado, a duração de disponibilidade da informação e, por outro, o número de unidades de informação que ela pode conter. Entretanto, uma unidade de informação pode representar uma sílaba, uma palavra, um parágrafo, um conceito ou uma rede de conceitos. Isso depende da estruturação dos conhecimentos, isto é, da maneira pela qual eles são organizados na memória, o que os cognitivistas chamam de *chunks*. Assim, podemos reter um número de telefone de 7 algarismos: 835-0386, mas podemos também memorizar 7 números: 24-32-46-58-60-72-84, logo 14 algarismos. A informação assim organizada representa sete unidades, ou *chunks*, de informação. Pode-se então constatar a utilidade de dispor de uma boa organização dos conhecimentos.

A memória de trabalho constitui a interface com a qual podemos dar sentido aos *stimuli* pro-

venientes do ambiente, a partir da bagagem de conhecimentos acumulados em nossa memória de longo prazo. Isso levou os pesquisadores em psicologia cognitiva a concluir que se aprende estabelecendo ligações com o que já se conhece.

16.3 A abordagem cognitiva da aprendizagem

Na perspectiva cognitiva contemporânea, o sistema cognitivo humano é concebido como um sistema de adaptação: trata-se de um sistema especializado que evoluiu a fim de permitir que a espécie humana viesse a conseguir uma melhor adaptação a seu ambiente; e, ao mesmo tempo, contribuiu para transformar esse ambiente natural em ambiente cultural. Essa faculdade de adaptação passa, em grande parte, por nossa capacidade para adquirir novos conhecimentos, desde o nascimento (ou, até mesmo, antes) até a morte, na medida em que permanecemos ativos no plano cognitivo. Duas aptidões parecem ser peculiares ao homem, distinguindo-o de seus primos primatas: a propensão a ensinar e a capacidade para aprender a partir desse ensinamento (TOMASELLO et al., 2005). Com efeito, em todas as culturas, os adultos ensinam aos jovens as tradições e as descobertas que eles e seus ascendentes haviam efetuado no passado. Esse ensino permite que a nova geração não seja obrigada a “recomeçar tudo”, garantindo o caráter cumulativo das aprendizagens à medida que se sucedem as gerações. Essa capacidade para a aprendizagem social, bastante sofisticada, é crucial igualmente para que o ser humano possa enfrentar mudanças culturais, às vezes, repentinas, já que uma transmissão rápida dos conhecimentos pode ser efetuada no âmbito de determinado grupo.

No campo da educação, duas teorias exercem hoje uma influência particular por permitirem a proposta de um quadro explicativo e preditivo à aprendizagem e ao desenvolvimento das competências. Trata-se da Teoria da Perícia e da Teoria da Carga Cognitiva; elas serão apresentadas, sucintamente, nas duas próximas seções.

16.3.1 Um modelo do desenvolvimento das competências e da perícia

As pesquisas que permitiram desenvolver as teorias sobre a perícia descreveram sobretudo as características do estado final de um processo de aprendizagem, especialmente, longo. Com efeito, o desenvolvimento da perícia é contínuo e cumulativo; neste sentido, ele depende grandemente da prática em um domínio específico. Os resultados de numerosos estudos convergem para mostrar que é necessário, em média, dez anos de prática para se tornar perito em determinado campo (ERICSSON et al., 1993). Resultado de um acúmulo de experiências, a perícia constitui, portanto, uma característica da idade adulta, mesmo que algumas crianças tenham adquirido certa perícia em domínios circunscritos, por exemplo, no jogo do xadrez: essas crianças demonstram competências e uma perícia cujas características são semelhantes às que se encontram nos adultos.

Os trabalhos realizados na psicologia cognitiva – mais precisamente, os de John Anderson (1983, 1993, 1995, 1997) – descreveram e incentivaram os princípios que subentendem a aprendizagem a fim de mostrar como um novato, em determinado domínio, se torna, um dia, perito. Esses trabalhos mostraram que uma

competência se desenvolve através de três fases distintas: a fase cognitiva, a fase associativa e a fase autônoma. No início, uma competência se desencadeia pela aquisição, pela compreensão e pelo controle de um conjunto de conhecimentos relacionados com um domínio bem delimitado; essa é a fase cognitiva. Em seguida, no decorrer da fase associativa, esses conhecimentos são utilizados e implementados em um ou vários contextos de ação. Enfim, a fase autônoma é alcançada quando se verifica a automatização dos saberes básicos vinculados a esse domínio. A automatização dos saberes básicos permite ao indivíduo liberar sua memória de trabalho para se dedicar aos aspectos mais complexos da tarefa.

Por conseguinte, aprender equivale a armazenar novos conhecimentos na memória, mais precisamente, na memória de longo prazo, conhecimentos que servirão para resolver novos problemas. Assim, há aprendizagem quando uma mudança de comportamento persiste no indivíduo, ou seja, quando suas aprendizagens se integraram a seus esquemas de memória. As estruturas de memória de curto e de longo prazos são, portanto, solicitadas vigorosamente na fase de aquisição, ou fase cognitiva, da aprendizagem. Essa fase constitui uma busca de sentido ou uma procura de compreensão; ela implica a construção de uma representação adequada da tarefa a executar, seguida de uma série de tratamentos efetuados sobre essa representação com o objetivo de realizar essa tarefa. Uma vez que essa fase é o ponto de partida de qualquer processo de aprendizagem, na seção seguinte, apresentaremos a Teoria da Carga Cognitiva proposta por John Sweller, o que nos permitirá sublinhar as implicações pedagógicas dos limites da memória de trabalho sobre a construção da representação.

16.3.2 A Teoria da Carga Cognitiva

A Teoria da Carga Cognitiva (TCC) constitui um dos mais marcantes desenvolvimentos teóricos recentes no domínio das teorias da aprendizagem (CHANQUOY; TRICOT & SWELLER, 2007; KIRSCHNER; KESTER & CORBALAN, 2011). O ponto de partida dessa teoria foi a pesquisa de Sweller (1988): ela mostrava que determinadas formas de resolução de problemas podem interferir com o processo de construção dos esquemas, ao ponto de impedir a aprendizagem. Os trabalhos de Sweller demonstraram que as atividades habituais de resolução de problemas podem levar à solução do problema, mas não à aquisição de esquemas. O mesmo é dizer que, embora o educando tenha resolvido o problema que lhe tinha sido apresentado, ele não chegou a fixar a solução que lhe permitiu ter sido bem-sucedido nessa tarefa. Considerando as capacidades limitadas da memória de trabalho, Sweller e seus colaboradores propõem interpretar esse resultado em termos de superação dos recursos disponíveis ou, dito por outras palavras, em termos de sobrecarga cognitiva. Com efeito, a complexidade dos tratamentos – necessária para analisar e realizar uma tarefa em um novo domínio – implica a falta de espaço na memória para armazenar os conhecimentos que haviam sido utilizados nesse domínio.

As pesquisas de Sweller acarretam duas implicações pedagógicas imediatas. Primeiramente, propor a uma pessoa que adquira novos conhecimentos através da resolução de um problema para o qual ela não dispõe de nenhum conhecimento prévio e pertinente constitui um método de ensino ineficaz. Em segundo lugar, se a resolução de problemas não constitui uma situação que permita adquirir conhecimentos sob a forma de esquemas, qual é então o tipo de situação

para atingir esse objetivo? A questão é importante por questionar a concepção dominante segundo a qual

os esquemas adquirem-se pela ação: quanto maior for o número de problemas para os quais o principiante vai tentar encontrar a solução, tanto maior será o volume de sua aprendizagem e de sua possibilidade de elaborar esquemas na memória (CHANQUOY; TRICOT & SWELLER, 2007: 132).

A Teoria da Carga Cognitiva foi elaborada a fim de fornecer respostas a essa questão, cuja importância para o ensino é fundamental. Como acabamos de mencionar, a TCC se apoia amplamente nos resultados das pesquisas sobre o desenvolvimento da perícia já que ela postula que a organização dos conhecimentos na memória de longo prazo, sob a forma de esquemas, constitui uma característica fundamental que permite estabelecer a distinção entre os peritos e os novatos. Mas, de maneira um tanto diferente da Teoria da Perícia, ela se interessa principalmente pelo papel da memória de trabalho na aquisição e utilização dos esquemas. Por exemplo, ela propõe responder à seguinte questão: “Para que servem os esquemas?” A principal hipótese da TCC é a de que os esquemas servem, por um lado, para organizar a maior quantidade dos conhecimentos na memória de longo prazo e, por outro, para tornar possível a execução de tarefas complexas, inclusive, tendo em conta os limites da memória de trabalho.

Convém lembrar que o objetivo dos tratamentos da informação na memória de trabalho consiste em orientar a ação em um ambiente complexo. A TCC propõe que a quantidade e a complexidade das informações organizadas, passíveis de serem transferidas da memória de longo prazo para a memória de trabalho, sejam

proporcionais à complexidade das situações suscetíveis de serem tratadas. Assim, o perito incapaz de ativar esquemas pertinentes na memória de trabalho para responder às exigências da tarefa deixa de ser perito; à semelhança de um novato, ele deve recorrer às estratégias gerais de resolução de problemas (CLARK; NGUYEN & SWELLER, 2006). O principal papel dos esquemas é, portanto, o de permitir a um indivíduo superar os limites de sua memória de trabalho. A eficácia dos esquemas para desempenhar esse papel dependerá de seu grau de automatização já que – conforme vimos em relação ao modelo do desenvolvimento das competências proposto por John Anderson – cada esquema automatizado permite liberar recursos cognitivos para a aquisição de novos esquemas.

Assim, a Teoria da Carga Cognitiva postula que, tendo como principal função permitir que a memória de trabalho dotada de capacidades limitadas faça o processamento de grandes conjuntos de informação e favoreça a aprendizagem, existem estes dois processos (CHANQUOY; TRICOT & SWELLER, 2007): o primeiro é a aquisição de esquemas, enquanto o segundo é a automatização desses esquemas. Com efeito, de maneira similar ao modelo do desenvolvimento das competências proposto por John Anderson, a TCC sublinha a importância da automatização que permite progressivamente ao indivíduo realizar tarefas cada vez mais complexas sem ultrapassar a capacidade de sua memória de trabalho já que os esquemas adquiridos por ele permitem processar uma grande quantidade de informação como se tratasse de uma única unidade significativa, ou seja, um *chunk* (PAAS; RENKL & SWELLER, 2004; CLARK, R.; NGUYEN, F. & SWELLER, J., 2006).

Como os novatos ainda não desenvolveram os esquemas que permitem aos peritos resolver

problemas complexos, eles têm necessidade do professor para estruturar as aprendizagens de solução do problema mais simples ao mais complexo, de maneira a fornecer um substituto aos esquemas que lhes fazem falta (CLARK; NGUYEN & SWELLER, 2006). Como é apresentado pelo modelo de Anderson, essa ajuda permite liberar espaço na sua memória de trabalho para que a aprendizagem se torne possível; caso contrário, os novatos hão de construir uma representação inadequada das aprendizagens a realizar, o que os levará a integrar conhecimentos errôneos em sua memória de longo prazo. Considerando sua importância determinante no processo de aprendizagem, a construção da representação – elaborada na memória de curto prazo – será abordada na seção seguinte; e, para terminar, vamos mostrar como um ensino explícito pode favorecer o melhor desenvolvimento possível das competências, desde a fase cognitiva até a fase autônoma.

16.3.3 A construção da representação

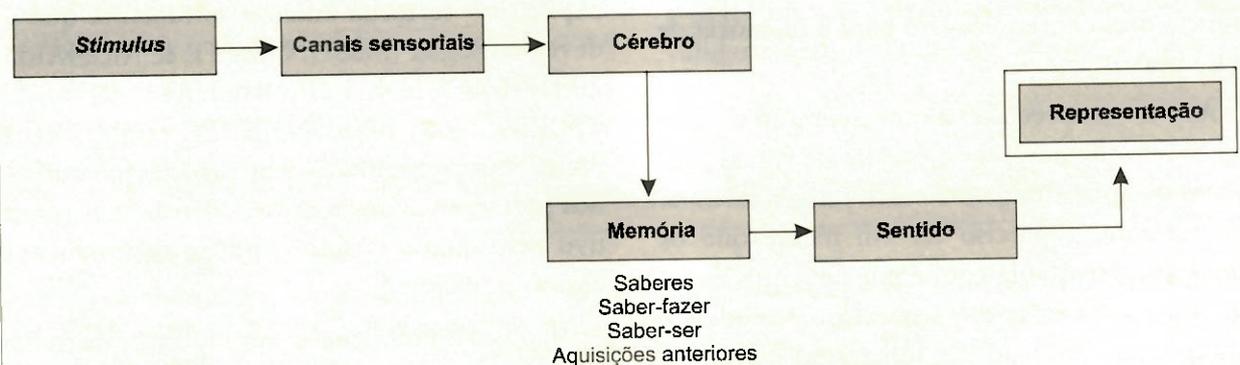
É pela aprendizagem que adquirimos a maior parte de nossos conhecimentos. Todo resultado de qualquer aprendizagem é registrado na nossa memória de longo prazo, segundo graus diversos de disponibilidade e de acessibilidade. É o que os cognitivistas chamam de aquisições anteriores ou de bagagem de conhecimentos. É em função das nossas aquisições anteriores, registradas na memória de longo prazo, que apreendemos os dados fornecidos pelo ambiente e fabricamos o seu sentido. Como os *stimuli* provenientes do ambiente não podem ser colocados diretamente na nossa cabeça, devemos apropriar-nos deles simbolicamente, interpretando-os a partir de nossas aquisições para compreendê-los. Essa construção simbólica gerada na memória de tra-

balho se chama representação. As representações podem ser conceituais: por exemplo, o sentido das palavras ou as relações entre os conceitos. Também podem ter a forma de imagem e corresponder a um objeto ou a uma cena, ou ser ligadas à ação: execução de procedimentos, de atividades motoras, de regras de jogos. Nossas representações constituem a interface entre nosso ambiente e nossas aquisições anteriores.

Assim, apreendemos a vida, cada acontecimento, cada situação, cada tarefa a realizar, por meio das nossas aquisições anteriores, em função

do sentido que vamos atribuir àquilo que nos ocorre. Essas aquisições registradas na memória constituem a estrutura a partir da qual nos empenhamos em toda atividade de aprendizagem. Por conseguinte, pode-se afirmar que o educando nunca se dedica às tarefas que lhe são propostas na sala de aula, mas de preferência ao sentido que ele lhes dá, ao que ele compreende sobre elas e ao que lhe serviu de referência para elaborar sua representação.

Figura 16.1 A construção da representação



Fonte: Extraído do curso do professor Mario Richard, *EDU 6510 L'enseignement efficace: fondements et pratiques*, proposto pela Téliuq.

A Figura 16.1 ilustra o processo de construção da representação. Quando se dá a um aluno uma tarefa a realizar, por meio de instruções pedagógicas (*stimulus*), as informações transmitidas são captadas por seus canais sensoriais (os sentidos). Estes têm por missão encaminhar os diferentes *stimuli* ao cérebro, a fim de que eles sejam ali percebidos, identificados e reconhecidos. No momento em que essas informações chegam ao cérebro, este vai se inspirar na

sua memória, onde são armazenados saberes, o saber-fazer e o saber-ser a partir dos quais ele poderá decodificá-las e lhes dar um sentido. Uma vez atribuído um sentido à informação recebida, o aluno constrói para si uma representação da tarefa a efetuar. A partir de então, ele não trabalha mais sobre aquilo que lhe foi pedido, mas apenas sobre a representação da tarefa que ele construiu em função das suas aquisições anteriores.

16.3.4 A fase de aquisição

A fase de aquisição representa essencialmente o percurso feito por toda informação, desde a sua percepção pela memória sensorial até a sua compreensão ou a sua representação na memória de curto prazo. O aluno aplicará uma série de tratamentos a essa representação, a fim de produzir uma resposta ou de realizar a tarefa. O trabalho do docente consistirá em planejar, estruturar e animar uma sequência de ensino, que permitirá ao educando perceber a informação a captar, analisá-la em função de suas aquisições anteriores, atribuindo-lhe a significação necessária para a sua compreensão e para o seu tratamento. Isso autorizará posteriormente a transferência dessa aprendizagem para a memória de longo prazo.

Assim, compreender a representação do aluno nos permite perceber a origem de vários problemas de aprendizagem vividos na sala de aula. Efetivamente, é preciso ter em mente que os alunos chegam à aula com conhecimentos constituídos, na maior parte, segundo um modo de impregnação fundado na solicitação sensorial, na emoção, na sensibilidade e no caráter fluido da informação apresentada pela mídia. Ora, a escola, com seu modo de aprendizagem baseado no aprofundamento, na organização e no rigor, vai entrar em confronto com o aluno e desequilibrá-lo, criando uma ruptura com suas aquisições anteriores. Isso pode levá-lo, para reequilibrar-se, a construir para si uma representação inadequada, levando à elaboração de conhecimentos errôneos que vão prejudicar as suas aprendizagens posteriores.

Efetivamente, as pesquisas em psicologia cognitiva nos revelam que as representações têm tal poder explicativo espontâneo que se tor-

nam duradouras e resistem muito fortemente à mudança. Elas podem até constituir obstáculos relevantes à compreensão de uma situação de aprendizagem. É preciso, pois, abordar a representação como um sistema explicativo a compreender, a fim de detectar o erro a eliminar ou o obstáculo a superar, ou para tomar apoio sobre essa base a fim de favorecer a compreensão e a aprendizagem dos alunos. Aprender é modificar as nossas representações até que compreendamos e retenhamos o objeto de aprendizagem.

Para favorecer a compreensão das aprendizagens propostas aos alunos, o ensino explícito e corretivo – ao demonstrar um impacto sobre a aprendizagem superior ao de um ensino não explícito – se torna então a ferramenta que se deve privilegiar (BISSONNETTE & RICHARD, 2001; BISSONNETTE, RICHARD & GAUTHIER, 2005; BISSONNETTE et al., 2010). As pesquisas efetuadas em ciências cognitivas nos permitem agora compreender melhor o motivo pelo qual o ensino explícito é superior ao ensino tradicional.

Considerando que a aprendizagem implica fazer ligações entre conhecimentos novos e saberes armazenados na memória de longo prazo dos alunos, o docente deverá, inicialmente, verificar se estes possuem esses conhecimentos anteriores e, se for necessário, deverá ensiná-los previamente. Como o ensino visa levar gradualmente os alunos a enfrentar situações-problemas cada vez mais complexas, o docente deverá se esforçar, em seguida, para tornar explícitos todos os conceitos, ligações, raciocínios, estratégias, procedimentos ou expedientes necessários para a execução da tarefa. Durante muito tempo, acreditou-se que, por fazer apelo à abstração, o processo de reflexão não podia ser demonstrado explicitamente. Entretanto, o docente que “coloca

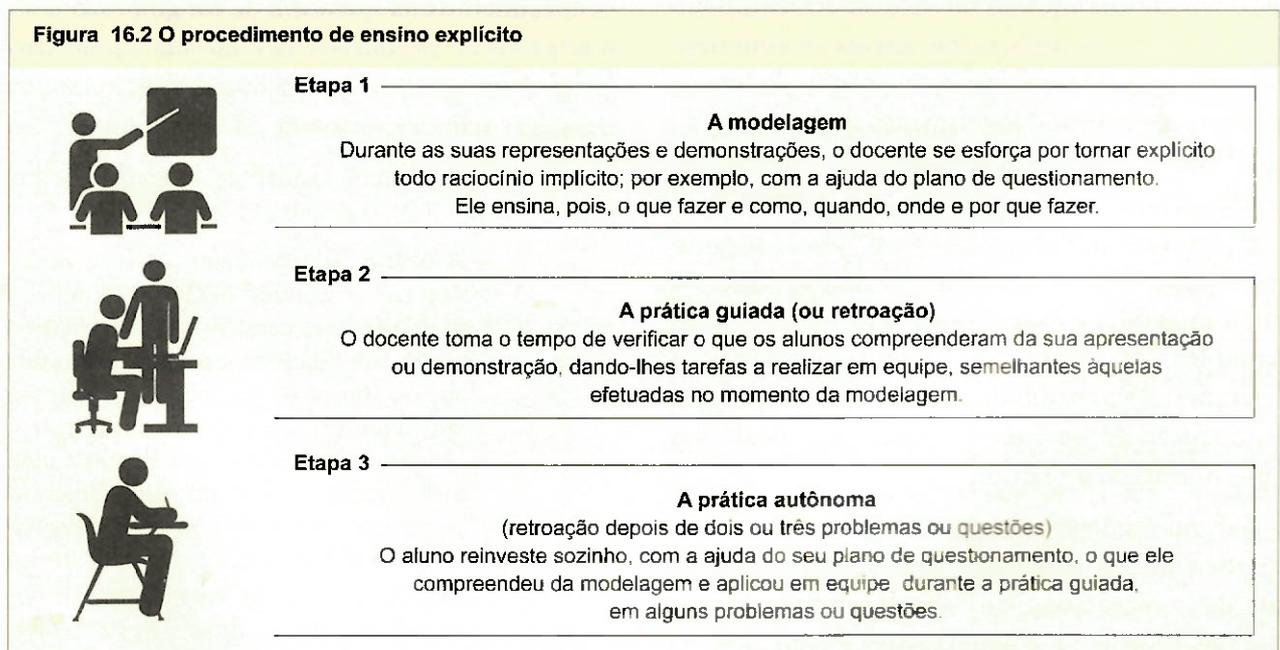
um alto-falante em cima de seu pensamento” – ao explicar oralmente aos alunos as ligações que ele efetua para compreender, as perguntas que ele se faz diante de uma tarefa e as estratégias que ele mobiliza para realizá-la – utiliza um procedimento que se pode qualificar de explícito.

No ensino explícito, o docente modelará inicialmente, diante dos alunos, o que se deve fazer, para depois acompanhá-los em prática dirigida, a fim de que eles se exercitem por sua vez; assim, eles serão capazes, no fim do trabalho, de executar a tarefa sozinhos, em prática autônoma. O questionamento e a retroação deverão ser constantes ao longo do procedimento, para garantir que as ações efetuadas pelos alunos sejam adequadas.

Enquanto o ensino magistral é centrado na transmissão do conteúdo, o ensino explícito se

refere principalmente à compreensão da matéria e da sua manutenção na memória. O ensino explícito que se situa no tempo 2 da aprendizagem, depois da colocação em situação ou da preparação para a aprendizagem (tempo 1), divide-se em três etapas subseqüentes: a modelagem (*modeling*), a prática guiada ou dirigida e a prática autônoma ou independente (cf. Figura 16.2). É na segunda etapa do seu procedimento, ou seja, na prática guiada, que o ensino explícito se distingue fundamentalmente do ensino tradicional. Muitas vezes, a pedagogia tradicional só permitirá aos alunos verificarem se compreenderam a matéria no momento da correção, no fim da “exercitação”; em contrapartida, o ensino explícito, desde a sua segunda etapa, ou seja, durante a prática guiada, permite ao docente verificar e validar o grau de compreensão dos alunos.

Figura 16.2 O procedimento de ensino explícito



Fonte: Extraído de BISSONNETTE & RICHARD, 2001: 82.

Aliás, é unicamente por esse procedimento de validação que o docente pode assegurar-se de que os alunos não colocarão em aplicação determinadas aprendizagens mal compreendidas suscetíveis de levá-los a adquirir conhecimentos errôneos. No secundário, os professores mais eficientes (aqueles que permitem a aprendizagem) dão em média 23 minutos entre os 50 (duração da aula) à modelagem e à prática guiada, antes de propor aos alunos a etapa da prática autônoma, enquanto os professores menos eficientes dedicam a essas fases apenas 11 minutos (GAUTHIER et al., 1999).

Assim, desde a primeira etapa, isto é, a da modelagem, o docente deve esforçar-se para instaurar os meios necessários à obtenção de um grau elevado de atenção por parte dos alunos. Em seguida, ele se preocupará em tornar visíveis, por meio da linguagem, todas as relações a fazer entre os conhecimentos novos e anteriores, assim como todo raciocínio, estratégia ou procedimento capazes de favorecer a compreensão do maior número de alunos. No momento da modelagem, a informação é apresentada em pequenas unidades, em uma sequência indo geralmente do simples ao complexo, a fim de respeitar os limites da memória de trabalho. A apresentação de uma quantidade excessiva de informações torna complexa a compreensão, sobrecarregando a memória de trabalho do aluno, o que prejudica a construção de uma representação adequada das aprendizagens a realizar.

É no momento da segunda etapa, ou seja, a prática guiada, que o docente verifica a qualidade da compreensão dos alunos, propondo-lhes tarefas semelhantes àquelas que ele efetuou na etapa da modelagem, e através das quais ele os interrogará de modo a promover uma retroação regular. Esta etapa é favorecida pelo trabalho de

equipe, no qual os alunos podem validar a sua compreensão trocando ideias entre si. A prática guiada permite, pois, aos alunos validar, adaptar, consolidar e aprofundar a sua compreensão da aprendizagem em curso, a fim de fazer a ligação desses novos conhecimentos com aqueles que já possuem na memória de longo prazo.

Finalmente, o docente só abandonará a prática guiada pela prática autônoma, ou seja a terceira etapa, quando estiver certo de que os alunos terão dominado a matéria em 80% (GAUTHIER et al., 1999). A prática independente constitui a etapa final, permitindo ao aluno perfazer (em geral, sozinho) a sua compreensão na ação até a obtenção de um nível de maestria da aprendizagem o mais elevado possível. Um nível elevado de maestria dos conhecimentos (*mastery learning*), obtido graças às múltiplas ocasiões de prática, permite melhorar a organização desses conhecimentos na memória de longo prazo com o objetivo de produzir a sua automatização (*superaprendizagem*), o que facilitará a sua retenção e a sua rememoração eventual.

Como enfatizam Gauthier e seus colegas (1999: 32):

A prática independente oferece ocasiões suplementares de levar os alunos a adquirirem certa facilidade quando põem habilidades em prática. Além disso, os alunos devem obter um sucesso suficiente em sua prática para chegar a uma superaprendizagem e depois a uma automatização. Lembremos que tudo o que os alunos aprendem é suscetível de ser esquecido, se eles não têm a ocasião de praticar até o ponto de superaprendizagem. Revela-se particularmente importante atingir esse ponto no caso de material hierarquizado, como a matemática e a leitura nos três anos iniciais do ensino fundamental. Sem su-

peraprendizagem até o ponto de automatização, há poucas chances de que o material seja memorizado.

O ensino explícito oferece, pois, ao aluno, pela modelagem, toda a ajuda necessária à sua compreensão. A prática guiada, por sua vez, lhe permite depois construir e validar a sua compreensão na ação, garantindo-lhe a obtenção de um nível de sucesso bastante elevado para que ele consiga trabalhar sozinho e adequadamente. Enfim, a prática independente fornece ao aluno suficientes ocasiões de exercitar-se, para consolidar o seu sucesso em um contexto de superaprendizagem, o que favorece a retenção na memória e o desenvolvimento de competências.

Além disso, já que aprender, para o aluno, pode ser considerado como a capacidade para transformar o seu sistema de representações, parece essencial que o docente, ao pretender ajudá-lo a efetuar as aprendizagens previstas, esteja consciente dessas representações. Embora um ensino explícito favoreça a compreensão dos conhecimentos, a única maneira de saber o que o aluno compreendeu do objeto de aprendizagem e de ter acesso à representação que ele construiu, é submeter-se a um processo de questionamento. O objetivo torna-se então o de verificar o que o aluno compreendeu a fim de detectar e desconstruir os conhecimentos que são fontes de incompreensão e que podem gerar incompetência, de modo a substituí-los por novos saberes que favoreçam o desenvolvimento de competências. Esse questionamento incita o educando a procurar, na sua mente, os processos utilizados para elaborar a sua representação. O aluno é então envolvido em um procedimento metacognitivo de interiorização e de objetivação da sua representação.

É com essa finalidade que o questionamento se impõe como intervenção pedagógica a ser pri-

vilegiada, para reconhecer o que os alunos compreenderam da aprendizagem realizada. Fazendo a pergunta – “Diga-me o que você compreendeu” – em vez de “Você compreendeu?” (habitualmente, o aluno responde afirmativamente, mesmo que não seja o caso!) ou de “Diga-me o que você não compreendeu” (como será possível explicitar o que não se compreendeu?!), o docente pode confirmar, assim, o nível de compreensão atingido pelo aluno e efetuar os corretivos necessários no momento oportuno.

Efetivamente, para ajudar alguém, é preciso primeiro saber o que ele compreende. Como mencionamos anteriormente, em situação de aprendizagem, o aluno nunca se dedica à tarefa que lhe é proposta, mas à representação que ele constrói desta a partir de suas aquisições anteriores. Importa lembrar que todos os *stimuli* que o aluno recebe, inclusive as instruções pedagógicas do docente, vão tomar o sentido que ele vai lhes atribuir a partir das suas aquisições pessoais registradas na memória. Enquanto alguns atribuirão um sentido adequado ao que tiverem decodificado, outros não chegarão a essa possibilidade, por não possuírem as aquisições necessárias em sua memória. Pior ainda, a partir de uma incompreensão do objeto de aprendizagem, eles se arriscam a construir conhecimentos errôneos.

Em resumo, o ensino explícito visa, em primeiro lugar, ativar ou apresentar toda informação que permita aos alunos construírem uma representação adequada da aprendizagem, isto é, mostrar que compreenderam. Em seguida, esse tipo de ensino fornece as estratégias, procedimentos ou expedientes graças aos quais o aluno vai tratar mais facilmente a representação, a fim de produzir uma resposta de qualidade. O questionamento e a retroação são essenciais ao longo desse processo se o professor pretende fornecer

ao aluno o *feedback* e o ensino corretivo de que este tem necessidade para realizar adequadamente as aprendizagens visadas. Deve-se notar que o ensino explícito também é corretivo, pois ele fornece ao aluno uma retroação regular, o que previne o desenvolvimento de conhecimentos errôneos que podem levar diretamente ao fracasso.

16.3.5 A fase de retenção

Enquanto a fase de aquisição tem por fim a compreensão do objeto de aprendizagem graças à construção de uma representação na memória de trabalho, a fase de retenção visa a criação de uma marca mnésica dessa aprendizagem na memória de longo prazo. Assim, os saberes, saber-ser e saber-fazer que devem ser retidos serão identificados formalmente e, relacionados com os conhecimentos anteriores, armazenados na memória de longo prazo, sob forma de redes semânticas e de esquemas. A identificação formal dos conhecimentos essenciais a reter permite à memória de longo prazo proceder à codificação e ao armazenamento dessa informação, que poderá eventualmente fazer objeto de uma memorização. Três processos pedagógicos usados pelo docente facilitam a criação e a manutenção de uma marca mnésica pregnante no aluno: a objetivação, a consolidação e o reinvestimento.

A objetivação é uma intervenção permitindo que, da situação de aprendizagem, o docente venha a extrair os conceitos, as estratégias ou as atitudes, cuja retenção é essencial. Ela constitui um tempo pedagógico que favorece a integração das aprendizagens na memória. A objetivação se efetua sobre a base de um questionamento do docente como: "Qual é o essencial a ser retido?" Isso incita os alunos a nomear os elementos essenciais que devem ser postos na memória, a

partir da atividade de aprendizagem que foi realizada; esses elementos essenciais poderão ser organizados e registrados sob forma de quadros, esquemas, redes conceituais etc. Esse questionamento permite aos alunos iniciar uma atividade metacognitiva visando a tomada de consciência daquilo que é importante memorizar. É esse processo que faz com que o aluno ative particularmente a memória semântica, assim como a memória de trabalho, para encetar consciente e explicitamente o processo de retenção de uma aprendizagem.

Não desencadeando explicitamente, por meio da linguagem, uma operação metacognitiva que permita a obtenção de um nível de compreensão adequada, a memória episódica do aluno, que está ligada no contexto de aprendizagem, reterá prioritariamente componentes secundários, como a coloração afetiva ou as sequências de ação realizadas. Ora, isso se efetuará sem que o aluno possa tomar consciência dos elementos conceituais essenciais a reter, o que tornará o processo de evocação da memória semântica (aquela que gera os conceitos) quase inoperante. Efetivamente, na memória, a pregnância das emoções sentidas e das ações feitas é muito mais elevada do que a dos elementos conceituais a aprender; se não houver objetivação, esses aspectos mais "concretos" da aprendizagem virão interferir nas noções a reter, o que tornará incerto o armazenamento na memória destas últimas.

Quando o aluno for questionado sobre o que aprendeu na escola, será extremamente difícil para ele nomear explicitamente o fruto das suas aprendizagens, se ele não tomou consciência delas. Em tal situação, ele terá tendência a descrever apenas o que fez e o que lhe agradou, ou o que não apreciou. Se não lhe é dada a possibilidade de tomar consciência daquilo que ele

aprende, o aluno conserva a impressão de não ter aprendido nada. Isso explica que bom número de alunos acabem dizendo que não aprendem nada na escola. Ora, só a objetivação lhes permite saber o que eles realmente aprenderam. Convém sublinhar o seguinte aspecto, como observa Crahay (1999: 257):

Nada prova, como afirmam os partidários da Educação Nova [abordagens construtivistas], que todo conhecimento de ordem conceitual deva estar enraizado na vivência dos alunos [memória episódica] [...] Com efeito, as informações armazenadas nessa memória são ligadas a circunstâncias muito particulares. Elas só obtêm um alcance geral às custas de um trabalho de abstração que resulte na construção de um conceito, devendo este ser transferido, em seguida, para a memória semântica.

A objetivação se mostra, pois, como a intervenção pedagógica que permite aos alunos criarem conscientemente uma marca mnésica dos conhecimentos essenciais a reter. Entretanto, para manter a vitalidade dos conhecimentos armazenados na memória de longo prazo, é preciso prever uma utilização frequente, ou na falta desta, uma reativação regular. Os conhecimentos mais facilmente acessíveis na memória, logo podendo ser mobilizados ou utilizáveis, são aqueles dos quais nos servimos mais frequentemente. Embora certos conhecimentos possam ser compreendidos no momento da fase de aquisição, se eles não forem minimamente solicitados, sua compreensão se desfaz e eles se tornam vagas lembranças, pouco nítidas, imprecisas, e logo inutilizáveis sem uma reativação prévia.

A acessibilidade dos conhecimentos armazenados na memória de longo prazo é amplamente dependente das atividades de consolidação e de reinvestimento que devem ser previstas pelos

docentes. Os pesquisadores em psicologia cognitiva nos indicam que a consolidação dos conhecimentos deveria se efetuar através de revisões periódicas, e também por um planejamento das aprendizagens segundo uma sequência sucessiva e cumulativa, para garantir o seu reinvestimento. Pesquisas mostraram que, para um número de horas equivalente, períodos de estudo mais frequentes repartidos por uma duração mais longa permitem obter uma melhor retenção das aprendizagens do que períodos de estudo mais longos, porém menos frequentes (DEMPSTER, 1991).

Embora o recurso a um procedimento de ensino explícito, na fase de aquisição, favoreça a compreensão das aprendizagens, pode-se melhorar muito a fase de retenção oferecendo aos alunos ocasiões suplementares de pôr em prática o que aprenderam. Um planejamento adequado das aprendizagens não implica que elas sejam realizadas por todos os alunos ao mesmo tempo. A aquisição de um conhecimento novo deveria ser repartida por algumas lições, a fim de permitir a todos os alunos superar, com suficiente sucesso, a etapa da prática autônoma. Esta deveria terminar por um reinvestimento dos conhecimentos adquiridos durante os deveres e as lições. Além disso, uma revisão dos novos conhecimentos deveria ser prevista em classe, com uma frequência de uma a duas vezes por mês, no âmbito de atividades de consolidação e de avaliação. Esses diferentes meios não constituem simplesmente uma repetição mecânica das aprendizagens efetuadas anteriormente, mas representam ocasiões suplementares e variadas de aplicar os conhecimentos novos, a fim de aumentar o seu nível de retenção e de acessibilidade na memória de longo prazo.

Finalmente, inspirando-se nas descobertas da psicologia cognitiva, um planejamento rigoroso do ensino prevê um reinvestimento regular

das aprendizagens efetuadas em classe. Assim, as aprendizagens realizadas pelos alunos deveriam se encaixar umas nas outras de maneira sucessiva e cumulativa, por exemplo, à maneira pela qual se constrói uma pirâmide (ENGELMANN, 1988; 2001). Essa organização do ensino favorece a retenção na memória de longo prazo, pois fornece aos alunos múltiplas ocasiões de reinvestir os conhecimentos adquiridos anteriormente, já que estes são necessários e devem ser mobilizados para efetuar as novas aprendizagens.

16.3.6 A fase de transferência

A noção de transferência se situa no centro do ato de ensino-aprendizagem. Efetivamente, a finalidade última do ensino é levar os alunos a efetuarem a transferência das aprendizagens de uma tarefa para outra, de um ano escolar para outro, da escola para casa e do meio escolar para o do trabalho. É, pois, essencial compreender bem que tipo de experiência da aprendizagem leva à transferência. Poderíamos defini-la simplesmente como a capacidade de utilizar o que se aprendeu em um contexto simples para aplicá-lo a um contexto mais complexo (transferência vertical) ou a capacidade de generalizar o que se aprendeu em um contexto inicial para estendê-lo a novos contextos (transferência horizontal).

Quando se consultam as mais recentes pesquisas publicadas sobre a problemática da transferência, constata-se que os resultados apresentam a transferência como um processo complexo que, para efetuar-se, necessita de condições particulares (PÉLADEAU; FORGET & GAGNÉ, 2005). O que ressaltam as pesquisas recentes sobre a transferência da aprendizagem? Primeiramente, elas indicam que o grau de maestria da aprendizagem a transferir constitui o principal

fator que permite fazer com sucesso uma transferência. Sem uma compreensão adequada do objeto de aprendizagem inicial, os alunos não podem efetuar a transferência esperada. Isso nos leva à fase de aquisição, de que tratamos anteriormente, e ao conceito de representação que é o seu elemento central. A compreensão, que se apoia na construção de uma representação adequada da aprendizagem realizada, se revela como a base do processo de transferência.

Em segundo lugar, a transferência depende igualmente do contexto que cerca a aprendizagem inicial, contexto que está ligado à maneira pela qual o saber foi aprendido. As pesquisas nos indicam que a transferência entre contextos se torna particularmente difícil quando um sujeito é ensinado em um único contexto, e não em vários. Entretanto, quando se ensina o mesmo sujeito em múltiplos contextos e quando se prevê o recurso a exemplos que mostram amplas possibilidades de transposição, os alunos são mais capazes de abstrair as características essenciais dos conceitos em estudo e construir deles uma representação mais flexível.

Pode-se então reter que, por um lado, a transferência está ligada ao reconhecimento daquilo que é necessário para passar de um contexto para outro e, por outro lado, que esse reconhecimento, que não se produz espontaneamente, é facilitado se os alunos são confrontados com várias experiências de aprendizagens semelhantes, além de serem levados a reconhecer deliberadamente o que é semelhante de um contexto para outro. As pesquisas vêm, pois, negar a concepção da transferência segundo a qual o aluno é capaz de descontextualizar as aprendizagens realizadas nas tarefas-fontes para transferi-las para as tarefas alvos sem nenhum apoio do docente.

Para obter a transferência esperada, é preciso, pois, preparar os alunos para essa operação. Essa responsabilidade cabe primeiro ao docente, que não pode mais se contentar em dizer aos alunos o que fazer e esperar que eles saibam, de maneira autônoma, como, quando, onde e por que fazê-lo em contextos diferentes. Já que o reconhecimento tem um papel central no processo de recontextualização de uma aprendizagem de uma tarefa-fonte (situação de aprendizagem) para uma tarefa alvo (situação de transferência), o papel do docente torna-se então capital para permitir aos alunos efetuarem esse reconhecimento. Esse papel consiste em provocar deliberadamente uma reflexão metacognitiva com a ajuda da objetivação, a fim de que o aluno reconheça o que é semelhante de uma situação para outra, além de preparar os educandos, permitindo-lhes realizar várias tarefas similares.

Pelo fato de enfatizar os processos que o aluno usa para efetuar as tarefas de aprendizagem, o procedimento de ensino explícito favorece grandemente o processo de transferência.

Efetivamente, o modelo explícito apresenta, em voz alta, perguntas que ele [o docente] se faz durante a execução da tarefa. Os alunos têm então acesso não só às perguntas, mas também ao racional que está na base da tomada de decisões [...] Na presença de um modelo explícito, os alunos se valem, pois, da perícia de uma pessoa que torna transparentes as bases da reutilização dos seus conhecimentos e das suas competências (TARDIF & PRESSEAU, 1998: 41).

Entretanto, sobre o que, exatamente, se apoia o reconhecimento que os educandos devem efetuar para reutilizar as suas aprendizagens? O reconhecimento se efetua sobre a base da representação que o aluno constrói a partir das suas aquisições anteriores, armazenadas na memória

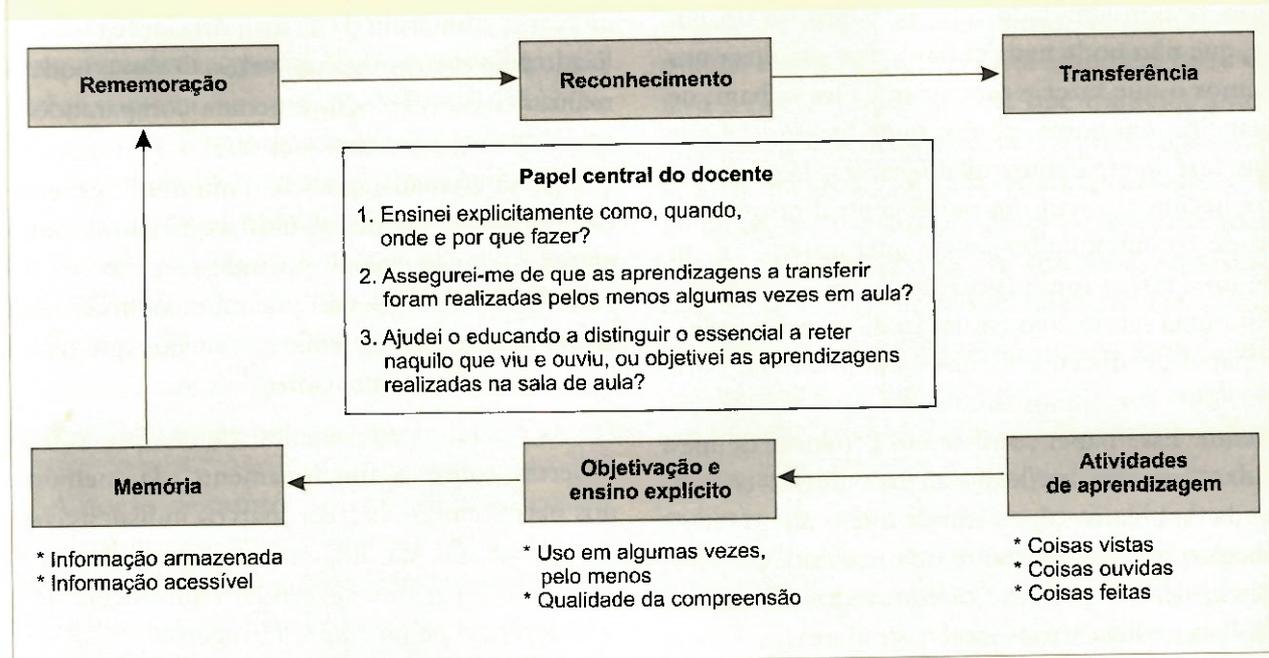
de longo prazo. Ora, como vimos, para lembrá-la, o aluno deve ter compreendido a aprendizagem a efetuar e, para mantê-la na memória, deve tê-la utilizado pelo menos algumas vezes. O aluno poderá realizar a transferência esperada comparando a tarefa alvo a executar com tarefas fontes semelhantes já efetuadas por ele, com a única condição de lembrar-se destas últimas. Como o aluno efetua a transferência apoiando-se primeiro no reconhecimento, ele não poderá reconhecer uma tarefa de que não se lembra, a menos que tenha realizado outras semelhantes.

As pesquisas em ciências cognitivas e as descobertas sobre o funcionamento da memória nos permitem estabelecer marcos indispensáveis à compreensão da dinâmica da transferência. A Figura 16.3 permite apreender como se efetua a transferência de uma aprendizagem.

Para fazer essa transferência de um contexto para outro, é preciso primeiro ser capaz de reconhecer a aprendizagem a transferir, isto é, os conhecimentos e as estratégias indispensáveis. Para reconhecer o que é necessário à transferência – portanto, para ser bem-sucedido na tarefa em que a transferência é esperada –, é preciso rememorar uma aprendizagem semelhante. A rememoração se fará a partir daquilo que está armazenado e acessível na memória. O que está situado na memória depende daquilo que os educandos compreenderam inicialmente daquilo que viram, ouviram ou fizeram no momento das atividades de aprendizagem. Essa compreensão será mantida e acessível na memória apenas se os alunos a utilizarem de tempos em tempos, por ocasião de aprendizagens análogas.

Assim, se os alunos não efetuam a transferência esperada, é preciso que o mestre se faça as três perguntas seguintes:

Figura 16.3 A transferência das aprendizagens



Fonte: Extraído do curso do professor Mario Richard, *EDU 6510 L'enseignement efficace: fondements et pratiques*, proposto pela Télug.

- 1) O que os alunos compreenderam daquilo que viram, ouviram ou fizeram?
- 2) Será que retiveram o essencial?
- 3) E têm utilizado o que aprenderam, no mínimo algumas vezes, em várias tarefas semelhantes, a fim de conservar esse aprendizado na memória?

Enquanto mediador ou “facilitador” da transferência, o docente também deve se questionar sobre as suas intervenções pedagógicas (cf. no centro da Figura 16.3).

Vimos que uma das vias memoriais mais pregnantes é a memória episódica, que tende a se lembrar prioritariamente o que foi feito, além de estar encarregada de reter o contexto no qual a aprendizagem foi efetuada. Considerando-se

que o reconhecimento de uma tarefa a realizar se faz sempre a partir daquilo de que os alunos se lembram, e que estes retêm prioritariamente o que fizeram no momento das tarefas precedentes, duas conclusões se impõem, no plano das intervenções pedagógicas.

Em primeiro lugar, a possibilidade de que os alunos sejam capazes de efetuar uma transferência para uma tarefa alvo sem serem previamente exercitados em fazer algo semelhante com várias tarefas-fontes parece muito reduzida, pois o reconhecimento se inicia primeiro a partir daquilo que eles fizeram. Em seguida, como a maior parte das aprendizagens escolares é de ordem conceitual, o que solicita a memória semântica, muito menos pregnante do que a memória procedural, os alunos não poderão reconhecer

a necessidade de usar conceitos em uma tarefa alvo se não lhes foi permitido tomar consciência explicitamente desses conceitos e nomeá-los por meio da linguagem.

Sem objetivação que lhes permita construir uma representação adequada da aprendizagem e dar-lhe um sentido, de modo a integrá-la nas redes semânticas de sua memória, os alunos não se lembrarão nem reconhecerão o que fizeram. Cabe, pois, ao docente efetuar a objetivação para permitir ao aluno circunscrever o essencial entre aquilo que viu, ouviu e fez, por ocasião das tarefas-fonte, a fim de servir-se disso nas tarefas alvos, onde a transferência é esperada.

Em resumo, podemos dizer que várias características determinantes da aprendizagem influenciam a capacidade dos alunos de transferir o que aprenderam. A quantidade, a qualidade e o tipo das tarefas fontes realizadas durante a aprendizagem inicial – assim como o contexto em que se efetua a aprendizagem – representam ingredientes-chave no processo da transferência dos saberes. Os saberes ensinados em um único contexto são menos suscetíveis de ser objeto de uma transferência do que aqueles que são aplicados em múltiplos contextos. A aprendizagem em contextos variados, combinada com uma objetivação dos elementos essenciais a reter, feita pelo docente, permite aos alunos detectar as características fundamentais dos conceitos a aprender e construir assim uma representação mais fluida dos saberes a transferir.

Toda nova aprendizagem implica uma transferência. Os conhecimentos dos alunos sobre determinado assunto podem tanto favorecer quanto limitar as aprendizagens posteriores. Quando detecta conhecimentos iniciais errôneos, o docente pode ajudar os alunos a corrigi-los refletindo em voz alta, a fim de tornar visíveis as liga-

ções necessárias à construção de uma compreensão adequada. Dessa maneira, ele pode permitir aos alunos libertarem-se de uma representação inadequada diante de um problema específico e chegar a conceber a tarefa de outra maneira. Para concluir, revela-se essencial que se evite limitar as aprendizagens dos alunos a um contexto único. Ensinar explicitamente os alunos a escolherem, adaptarem e gerarem estratégias de resolução de problemas em contextos variados representa uma das melhores maneiras de facilitar a transferência das aprendizagens.

16.4 O desenvolvimento da metacognição

Comparando o desempenho dos novatos e a dos peritos em diferentes situações de resolução de problemas, os estudos em psicologia cognitiva evidenciaram a capacidade particular dos peritos em controlar eficientemente os seus processos de realização das tarefas, o que se chama metacognição (BRUER, 1993). Esta representa a habilidade de refletir sobre o próprio pensamento, de conscientizar, controlar e supervisionar os diferentes processos mentais utilizados no tratamento da informação, a fim de garantir a otimização do seu funcionamento. Esse procedimento permite ao indivíduo tomar consciência do que faz, do modo como faz e das razões por que faz. Adquire-se uma consciência metacognitiva graças a um treinamento na observação do próprio funcionamento cognitivo e afetivo, diante de problemas diversos; depois, pode-se adotar uma conduta reflexiva que favoreça a regulação dos diferentes processos implicados no tratamento da informação.

Assim, a metacognição é para o processo de aprendizagem o que é um maestro para uma

orquestra sinfônica. A metacognição é o posto de pilotagem de todo o processo do tratamento da informação. Tanto na fase de aquisição, que visa a compreensão do objeto da aprendizagem, quanto na fase de retenção, que garante a codificação, a armazenagem e a rememoração da informação na memória de longo termo, assim como na fase da transferência, que persegue o objetivo derradeiro de reutilizar o que já havia sido aprendido, a consciência metacognitiva age como o gestor do tratamento da informação.

De fato, o docente pode ajudar os alunos a gerenciar eficientemente o seu processo de aprendizagem favorecendo o desenvolvimento da sua metacognição. Trata-se de um procedimento durante o qual leva-se o educando a supervisionar conscientemente o que está fazendo, comparando os diferentes processos acessíveis com aqueles que ele utiliza, e as atitudes que adota com aquelas que podem ser desenvolvidas. Esse olhar reflexivo sobre o saber-fazer e o saber-ser utilizados em situação de aprendizagem permite avaliar as ações efetuadas, analisar a pertinência de executar determinados gestos, a fim de tirar proveito da aprendizagem.

É por intermédio da memória de curto prazo que um indivíduo pode, em toda situação-problema, ter acesso à sua linguagem interior para chegar à solução. É graças à conscientização intencional do seu processo de reflexão, a qual se expressa pela linguagem, que um educando pode desenvolver a sua metacognição.

O ensino das estratégias metacognitivas é objeto de pesquisas desde o começo dos anos de 1980. Esses estudos demonstraram que é possível melhorar o processo do tratamento da informação dos alunos em situação de aprendizagem em diferentes disciplinas: resolução de problemas na

matemática, compreensão de textos na leitura, processos de redação em situação de escrita etc. Se apresentamos procedimentos aos alunos e se os guiamos em sua aplicação, eles podem desenvolver sua consciência metacognitiva, o que lhes permitirá melhor administrar o seu processo de aprendizagem. Para isso, será necessário proporcionar aos alunos um ensino explícito das estratégias cognitivas eficazes e das atitudes a adotar no plano afetivo, a fim de que eles melhorem o seu controle de execução. Poderemos também mostrar-lhes as condutas a adotar no plano afetivo, para que eles se aproveitem plenamente de toda situação de aprendizagem proposta.

Os trabalhos de Pressley (1995) sobre a compreensão na leitura, por exemplo, permitiram evidenciar a necessidade de ensinar aos alunos uma estratégia visando resumir o que eles acabaram de ler. Ensinando-lhes a fazer a pergunta – “De quem ou de quê se fala?” – no fim de um texto, esse pesquisador demonstrou os efeitos positivos de um ensino das estratégias na base da metacognição. O recurso à estratégia cognitiva consistindo em resumir o texto lido melhora a compreensão dos alunos, pois essa estratégia aumenta o seu grau de atenção ao texto e lhes permite regular o seu ato de ler.

O ensino de estratégias cognitivas e metacognitivas permite ao aluno controlar o seu processo de aprendizagem, pois ele adquire o hábito, por um lado, de verificar a sua compreensão do objeto de aprendizagem e, por outro, de supervisionar as diferentes maneiras pelas quais ele trata a sua compreensão, em vista de produzir uma resposta adaptada ao ambiente. O aluno reflete assim sobre o seu pensamento e melhora a sua metacognição, pois controla a execução dos seus processos mentais.

A percepção do aluno em relação às tarefas que ele deve realizar influi nesses processos mentais. A maneira como o aluno percebe o que tem a fazer, suas capacidades de fazê-lo e por que ele deve fazê-lo constituem a seção "expectativas" do processo de tratamento da informação. As expectativas do aluno determinarão o comportamento que ele adotará na situação de aprendizagem. Os trabalhos de Carol Dweck (2000) demonstraram que há vantagens inegáveis em levar em conta a percepção que os alunos têm da sua capacidade de realizar atividades de aprendizagem, pois essa capacidade influi diretamente no seu grau de motivação, isto é, no empenho e na perseverança que eles manifestarão quando executarem a tarefa.

No âmbito de suas pesquisas, Dweck constatou que, em situação de aprendizagem, os alunos têm duas maneiras de conceber a sua inteligência: uma estática e outra dinâmica. Por um lado, os alunos que tendem a atribuir os seus sucessos ou fracassos escolares ao seu potencial ou ao seu talento natural adquirem uma concepção estática da sua inteligência. Como eles atribuem os resultados que obtêm a fatores independentes de sua vontade, consideram ter pouco, senão nenhum, poder sobre as suas aprendizagens. Por outro lado, os alunos que acreditam que seus resultados escolares se devem aos esforços que fazem e às estratégias adotadas por eles têm uma concepção dinâmica da sua inteligência, pois atribuem seus sucessos ou suas dificuldades a fatores que podem controlar.

Na verdade, a concepção que o aluno faz da sua inteligência influi diretamente no seu grau de implicação e de aplicação na tarefa. Efetivamente, se o aluno pensa que não dispõe do talento necessário para realizar o que se pede em classe e se ele prevê um fracasso, as probabilidades

de que consiga fazer a tarefa são muito baixas. O fracasso vem confirmar a percepção que ele tem de si mesmo. O aluno se fecha, pois, num círculo vicioso: quanto menos ele considera ter talento, mais fracassa, e quanto mais fracassa, menos acredita no seu potencial. Em contrapartida, uma concepção dinâmica da inteligência, que permite ao aluno acreditar que toda atividade escolar bem-sucedida, ou não, depende dos esforços feitos e das estratégias utilizadas, aumenta consideravelmente as probabilidades de sucesso em relação à tarefa solicitada, pois vem confirmar-lhe que tem poder sobre aquilo que empreende.

As experiências feitas por Dweck também demonstraram que o docente pode influenciar consideravelmente a maneira pela qual o aluno concebe a sua inteligência, através da retroação fornecida no momento da realização das tarefas. O docente que diz ao aluno com bom desempenho em matemática que ele tem sucesso graças ao seu talento, por exemplo, reforça nele uma concepção estática da inteligência. Entretanto, o docente que diz ao aluno que o seu sucesso em matemática é produto dos esforços que ele investiu e das estratégias que ele usou, leva-o a adotar uma concepção dinâmica da sua inteligência. Favorecer nos alunos a aquisição de tal concepção de suas capacidades intelectuais age diretamente nas expectativas que os guiam em situação de aprendizagem. Esse tipo de intervenções pedagógicas contribui grandemente para o desenvolvimento da metacognição.

Como ensinar os processos metacognitivos? A aquisição de uma consciência metacognitiva visa transferir, do docente para o educando, a responsabilidade do processo de aprendizagem. Ora, essa transferência deve se efetuar por etapas. Inicialmente, quando o docente torna

explícita, através da modelagem, a sua própria linguagem interior para realizar uma tarefa, ele desperta nos seus alunos o desenvolvimento da metacognição. Gradualmente, os alunos se tornam conscientes da sua própria linguagem metacognitiva e assumem o procedimento proposto com a ajuda do professor, que age como um treinador: é a prática guiada. À medida que os alunos tomam consciência de sua linguagem interior e conseguem exprimi-la, o docente lhes cede o controle do procedimento: é a prática

autônoma. As pesquisas descrevem essa transição como um processo de escoramento [*étayage*] e depois de desescoramento [*désétayage* (*scaffolding*)]. Reconhecemos aqui o procedimento do ensino explícito, que apresentamos na fase de aquisição (cf. seção 16.3.4). Esse tipo de ensino, criando um apoio para a aprendizagem e depois eliminando-o gradualmente, quando os alunos o interiorizam, favorece a elaboração dos processos metacognitivos.



Conclusão

Vamos concluir citando as numerosas reformas na educação que propõem atualmente aos docentes o recurso a certas práticas pedagógicas inspiradas indistintamente no cognitivismo e no construtivismo. Essa situação pode gerar uma confusão entre essas duas correntes psicológicas que, afinal, tem muito pouca coisa em comum; embora os partidários do cognitivismo e do construtivismo estejam de acordo em relação ao fato de que o aluno transforma a informação que provém do ambiente interpretando-a e construindo dela uma representação simbólica, verifica-se uma divergência total em suas posições respectivas sobre as implicações pedagógicas dessa etapa fundamental do processo de aprendizagem. Assim, como é demonstrado pelos trabalhos dos maiores especialistas em ciências cognitivas (ANDERSON et al., 1996, 1997, 1998, 1999 e 2000), eles se opõem diretamente às seguintes práticas pedagógicas de inspiração construtivista:

- desempenhar um papel unicamente de facilitador quando os alunos descobrem as suas aprendizagens;
- recorrer maciçamente à instauração de situações de aprendizagem complexas, através da pedagogia por projetos realizados em equipe;
- verificar as aprendizagens dos alunos apenas com o auxílio de avaliações formativas no âmbito de tarefas ditas autênticas.



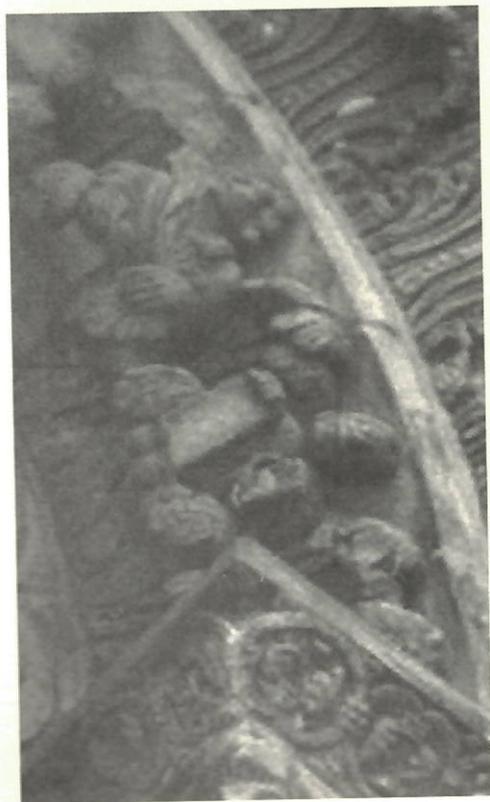
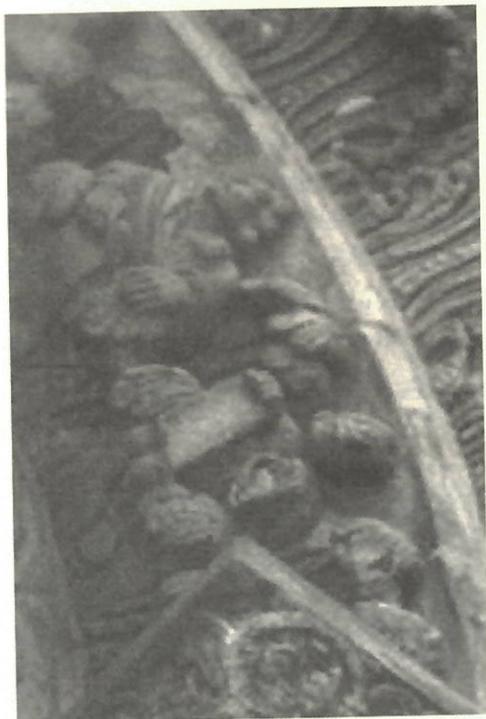
O cognitivismo se apoia sobre uma longa tradição de pesquisa científica, o que o construtivismo não pode reivindicar. Ora, considerando-se a contribuição do cognitivismo para a educação nos 40 últimos anos, parece desejável que prossiga a validação dos estudos em ciências cognitivas na sala de aula, tendo como perspectiva a elaboração de um saber profissional na área do ensino.

O Quadro 16.1 recapitula as fases do processo de aprendizagem.

A cada uma das três fases correspondem diferentes intervenções pedagógicas que o docente pode empregar, a fim de ajudar os alunos a compreenderem, reterem e transferirem o que aprenderam.

Quadro 16.1 As intervenções pedagógicas das três fases do processo de aprendizagem	
Fase 1: A aquisição	Ensino explícito, supervisão e retroação. Maestria da aprendizagem (<i>mastery learning</i>). Superaprendizagem: prática repetida e variada visando a automatização.
Fase 2: A retenção	Objetivação. Consolidação: revisão periódica. Reinvestimento regular
Fase 3: A transferência	Planejamento das aprendizagens: elas devem ser estruturadas, ordenadas, sucessivas e cumulativas (transferência vertical). Enriquecimento: ocasiões suplementares de reinvestir as aprendizagens realizadas em situações variadas (transferência horizontal).
No decorrer das três fases: O desenvolvimento da metacognição	Ensino de estratégias cognitivas. Intervenções pedagógicas apoiando uma concepção dinâmica da inteligência.

A fase de aquisição (fase 1), ou seja, a compreensão da aprendizagem, é favorecida por um ensino explícito acompanhado de uma supervisão e de um questionamento regulares, apoiados por uma retroação constante. A prática repetida e variada, que visa a consecução de um elevado nível de maestria da aprendizagem e, eventualmente, a sua



automatização, contribui para a obtenção de um alto grau de compreensão. A fase de retenção na memória de longo prazo (fase 2) se apoia primeiro na objetivação das aprendizagens realizadas. Quando o docente prevê atividades de consolidação e de reinvestimento a realizar regularmente em classe, a retenção é melhorada pela frequência da rememoração das aprendizagens. Na fase da transferência (fase 3), o docente favorece a transferência vertical, estabelecendo uma estrutura em que propõe as aprendizagens de maneira organizada, sucessiva e cumulativa. Criando ocasiões suplementares de enriquecimento, que permitem aos alunos reinvestir as aprendizagens realizadas em situações variadas, o docente fará com que eles efetuem transferências horizontais. Ao longo das três fases do processo de aprendizagem, o ensino de estratégias cognitivas e a instauração de intervenções pedagógicas servindo de suporte a uma concepção dinâmica da inteligência permitem aos alunos desenvolverem seus processos metacognitivos (metacognição).

Resumo

As descobertas realizadas pelas ciências cognitivas durante as últimas quatro décadas fornecem preciosas indicações sobre a maneira como o ser humano trata a informação. Os trabalhos que comparam o funcionamento do psiquismo humano ao do computador, assim como as pesquisas mais recentes, feitas junto a peritos e a novatos, permitiram compreender como o humano interpreta, codifica e armazena a informação proveniente do ambiente. Esses trabalhos enfatizaram igualmente o papel central desempenhado pela memória no processo de aprendizagem e as implicações para o ensino.

Assim, os pesquisadores conseguiram estabelecer que a arquitetura cognitiva se compõe de três grandes vias da memória – a memória sensorial, a memória de longo prazo e a memória de trabalho –, através das quais circula a informação tratada em situação de aprendizagem. Abordado sob o prisma cognitivo, o processo de aprendizagem comporta três fases distintas, embora complementares: a aquisição, a



retenção e a transferência. Pode-se acrescentar a isso o desenvolvimento da metacognição. A identificação e a apropriação dos elementos essenciais que compõem cada uma das fases do processo de aprendizagem permitem evidenciar diferentes intervenções pedagógicas que podem ser utilizadas pelo docente, a fim de ajudar os alunos a compreender, reter e transferir o que aprenderam. Nesta perspectiva, os pesquisadores em ciências cognitivas estão de acordo para recomendar um procedimento que se dirija do simples para o complexo, apoiando-se em um ensino explícito para facilitar a aprendizagem e o desenvolvimento das competências nos alunos.

Questões

- 1) Quais são as implicações pedagógicas da Teoria da Carga Cognitiva de John Sweller?
- 2) Por que o ensino explícito favorece a fase de aquisição do processo de aprendizagem?
- 3) Descreva as três etapas do ensino explícito.
- 4) De que maneira o professor pode facilitar o processo de transferência das aprendizagens nos alunos?
- 5) Como o procedimento de ensino explícito pode favorecer o desenvolvimento da metacognição nos alunos?

Atividade de aprendizagem

Segundo os cognitivistas, por que razão os conhecimentos anteriores (e, portanto, a memória) são tão importantes na aprendizagem?

Referências

- ANDERSON, J.J.; SIMON, H.A. & REDER, L.M. (1999). *Applications and misapplications of cognitive psychology to mathematics education* [Disponível em <http://act.psy.cmu.edu>].
- _____. (1998). "Radical constructivism and cognitive psychology". In: RAVITCH, D. (org.). *Brookings Papers on Education Policy 1998*. Washington, D.C.: Brookings Institute Press.
- _____. (1997). "Rejoinder: Situative versus cognitive perspectives: Form versus substance". *Educational Researcher*, vol. 26, p. 18-21.
- _____. (1996). "Situated learning and education". *Educational Researcher*, vol. 25, p. 5-11.
- ANDERSON, J.R. (2004). *Psicologia cognitiva e suas implicações experimentais*. 5. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos].
- _____. (1995). *Learning and Memory: an integrated approach*. Nova York: John Wiley & Sons [Em português: (1995). *Aprendizagem e memória*. 2 ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos].
- _____. (1993). *Rules of the Mind*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- _____. (1983). *The Architecture of Cognition*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- ANDERSON, J.R. et al. (2000). "Perspectives on learning, thinking and activity". *Educational Researcher*, vol. 29, p. 11-13.
- BISSONNETTE, S. & RICHARD, M. (2001). *Comment construire des compétences en classe – Des outils pour la réforme*. Montreal: Chenelière/McGraw Hill.
- BISSONNETTE, S.; RICHARD, M. & GAUTHIER, C. (2005). *Échec scolaire et réformes éducatives – Quand les solutions deviennent la source du problème*. Québec: Presses de l'Université Laval.
- BISSONNETTE, S. et al. (2010). "Quelles sont les stratégies d'enseignement efficaces favorisant les apprentissages fondamentaux auprès des élèves en difficulté de niveau élémentaire? – Résultats d'une méga-analyse". *Revue de Recherche Appliquée Sur l'Apprentissage*, vol. 3, artigo 1, p. 1-35.
- BRUER, J.T. (1993). *Schools for Thought*. Cambridge/Londres: MIT/Bradford Book.
- BRUNER, J.S.; GOODNOW, J.J. & AUSTIN, G.A.A. (1956). *Study of Thinking*. Nova York: John Wiley and Sons.
- CHANQUOY, L.; TRICOT, A. & SWELLER, J. (2007). *La charge cognitive – Théorie et applications*. Paris: Armand Colin [Col. "U"].
- CLARK, R.; NGUYEN, F. & SWELLER, J. (2006). *Efficiency in learning – Evidence-based guidelines to manage cognitive load*. São Francisco: Pfeiffer.
- CRAHAY, M. (2000). *L'école peut-elle être juste et efficace? – De l'égalité des chances à l'égalité des acquis*. Bruxelles: De Boeck Université.
- _____. (1999). *Psychologie de l'Éducation*. Paris: PUF.
- DEMPSTER, F.N. (1991). "Synthesis of research on reviews and tests". *Educational Leadership*, vol. 48, p. 71-76.
- DWECK, C.S. (2000). *Self-Theories – Their Role in Motivation, Personality and Development*. Lillington, NC: Psychology Press.
- ENGELMANN, S. (1999). *Student-program alignment and teaching to mastery* [Trabalho apresentado na 25ª National Direct Instruction Conference. Eugene, Oreg.: Association for Direct Instruction [Disponível em www.studentnet.edu.au/aispd/newsletters/newsletters/archive/term2-01/speced.pdf].
- ENGELMANN, S. et al. (1988). "The direct instruction follow through model: Design and outcomes". *Education and Treatment of Children*, vol. 11, n. 4, p. 303-317.
- ERICSSON, K.A.; KRAMPE, R.T. & TESCHROEMER, C. (1993). "The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance". *Psychological Review*, vol. 100, p. 363-406.
- GAUTHIER, C.; DESBIENS, J.F. & MARTINEAU, S. (1999). *Mots de passe pour mieux enseigner*. Santa Fé: Presses de l'Université Laval.
- GAUTHIER, C. et al. (1997). *Pour une théorie de la pédagogie*. Santa Fé: Presses de l'Université Laval.

NEWELL, A. & SIMON, H. (1972). *Human Problem Solving*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall.

NOISEUX, G. (1998). *Traité de formation à l'enseignement par médiation - Tome 2: Les compétences du médiateur comme expert de la cognition*. Santa Fé: MST.

_____ (1997). *Traité de formation à l'enseignement par médiation - Tome 1: Les compétences du médiateur pour réactualiser sa pratique professionnelle*. Santa Fé: MST.

PAAS, F.G.W.C.; RENKL, A. & SWELLER, J. (2004). "Cognitive load theory: instructional implications of the interaction between information structures and cognitive architecture". *Instructional Science*, n. 32, p. 1-8.

PÉLADÉAU, N.; FORGET, J. & GAGNÉ, F. (2005). "Le transfert des apprentissages et la réforme de l'éducation au Québec: quelques mises au point". *Revue des Sciences de l'Éducation*, vol. 31, n. 1, p. 187-209 [Disponível em <http://id.erudit.org/iderudit/012364ar>].

PRESSLEY, M. et al. (1995). *Cognitive Strategy Instruction*. 2. ed. Cambridge, Mass.: Brookline Books.

SPERLING, G. (1960). "The information available in brief visual presentations". *Psychological Monographs: General and Applied*, vol. 74, n. 11, p. 1-29.

SWELLER, J. (1988). "Cognitive load during problem solving: Effects on learning". *Cognitive Science*, n. 12, p. 257-285.

TARDIF, J. & PRESSEAU, A. (1998). "Quelques contributions de la recherche pour favoriser le transfert des apprentissages". *Vie Pédagogique*, n. 108, set.-out., p. 39-44.

TOMASELLO, M. et al. (2005). "Understanding and sharing intentions: The origins of cultural cognition". *Behavioral and Brain Sciences*, n. 28, p. 675-735.

Referências suplementares

BRIEN, R. (1991). *Science cognitive et formation*. Sillery, QC: Presses de l'Université du Québec.

COMMITTEE ON DEVELOPMENTS IN THE SCIENCE OF LEARNING (2000). *How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School*. Expanded Edition.

GAGNÉ, R.M. (1976). *Les principes fondamentaux de l'apprentissage: Application à l'enseignement*. Montreal: HRW Itée.

KRISCHNER, F.; KESTER, L. & CORBALAN, G. (2011). "Cognitive load theory and multimedia learning, task characteristics and learning engagement: The current state of the art". *Computers in Human Behavior*, vol. 27, n. 1, p. 1-4.

LEVY, B. & SERVAN-SCHREIBER, É. (1997). *Les secrets de l'intelligence*. Paris: Ubi Soft & Hypermind [2CDs].

ROSENSHINE, B.V. (2002). "Converging findings on class-room instruction". In: MOLNAR, A. (org). *School Reform Proposals: The Research Evidence*. Greenwich, CT: Information Age Publishing.

_____ (1997a). "Advances in research on instruction". In: LLOYD, J.W.; KAMEANUI, E.J. & CHARD, D. (orgs.). *Issues in Educating Students with Disabilities*. Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum, p. 197-221 [Disponível em <http://epaa.asu.edu>].

_____ (1997b). *The case for explicit, teacher-led, cognitive strategy instruction* [Trabalho apresentado na reunião anual da American Educational Research Association. Chicago, Ill. - Disponível em <http://epaa.asu.edu>].

_____ (1986). "Synthesis of research on explicit teaching". *Educational Leadership*, vol. 43, n. 7, p. 60-69.

STERNBERG, R.J. (2010). *Psicologia cognitiva* [(tradução da 5. ed.]. São Paulo: Cengage Learning.