FACULDADE malta

DISCIPLINA:
NEUROPSICOLOGIA EM PSICOPEDAGOGIA

SUMÁRIO

Introdução Aos Estudos Acerda Das Neurociências, Da Psicopedagogia E Da Aprendizagem Na Educação 4

As Bases Neurobiológicas Da Aprendizagem No Contexto Da Investigação Temática Freiriana 7

O Desenvolvimento Da Consciência Crítica Para Compreender A Necessidade Da Investigação Temática Freiriana 7

O Processo De Investigação Temática 10

A Importância Da Aprendizagem Focada No Contexto Do Aprendente Para Maior Produção De Estímulos Emocionalmente Competentes 14

Considerações Finais 20

Conhecimentos Neurocientíficos Na Formação De Professores 21

Contribuições Das Neurociências Ao Processo De Alfabetização E Letramento Em Uma Prática Do Projeto Alfabetizar Com Sucesso 28

Introdução 28

Pressupostos Teóricos 30

Memória E Aprendizagem 30

Aprendizagem Significativa E Aprendizagem Mecânica 31

Os Novos Desafios 32

Opção Metodológica 34

Intervenção E Resultados 35

A Observação 37

A Regência 42

Conclusão 45

Neurociência: Conceitos E Definições 48

Abordagem Cognitiva Da Aprendizagem 53
Os Pré-Requisitos Da Aprendizagem 61
O Amadurecimento Cognitivo.....63
Redescoberta Da Mente Na Educação: A Expansão Do Aprender E A Conquista Do Conhecimento Complexo 70
Por Que A Mente Na Educação? 70
Três Modalidades De Aprendizagem Escolar E A Diversificação De Estados De Mentitude.....74
Modalidade De Aulas Teóricas Tradicionais 75
Modalidade De Aulas Experimentais 76
Modalidade De Aulas Demonstrativas.....77
Algumas Considerações Sobre O Marcador Somático Na Memória De Longa Duração 79
Palavras Finais.....84
Funções Mentais Cognitivas 94
O Desenvolvimento Do Sistema Nervoso.....97
Aprendizado, Memória E O Amadurecimento Neuronal 104
Áreas Que Estudam O Cérebro E Suas Implicações Na Aprendizagem 109
Neuropsicologia 109
Psicologia 110
Pedagogia 112
Psicopedagogia.....113
Referências Bibliográficas.....113
Referências Básicas 113
Referências Complementares 114

INTRODUÇÃO AOS ESTUDOS ACERDA DAS NEUROCIÊNCIAS, DA PSICOPEDAGOGIA E DA APRENDIZAGEM NA EDUCAÇÃO

Diante das inúmeras mudanças na sociedade atual, geradas principalmente pelos avanços tecnológicos que nos disponibilizam informações, faz-se necessária uma cultura de aprendizado que gere conhecimento. Para tanto, há que se buscar um sistema educacional democrático o qual assuma o compromisso de promover situações de aprendizagem, nas quais, as exigências da sociedade moderna sejam atendidas, para que todos possam desenvolver suas capacidades, mediante uma educação que aceite a diversidade. Para isso, é imprescindível explorar e estimular o potencial de aprender de todos os cidadãos. Torna-se obrigatório, então, promover a reconfiguração pedagógica nos ambientes educativos, pois, o estímulo do potencial dos estudantes oportunizará um melhor desempenho individual, diminuindo a exclusão social.

Assim, assumir a necessidade de estratégias metodológicas que garantam o desenvolvimento do potencial cognitivo de cada aluno é uma condição para assegurarmos a participação efetiva do mesmo na sociedade.

Emerge desse panorama um questionamento: se a sociedade está em constante transformação e se a educação, nela inserida, também passa por mudanças, como o professor, ponto extremo da realização dessas alterações no meio educacional, está enfrentando a complexidade dos novos saberes necessários ao aprimoramento do ensinar?

Considerando que muitas pesquisas no campo educativo afirmam ser o professor um dos principais protagonistas da educação (DEMO, 2001; ASSMANN, 2001; MORIN, 2002), cabe ao educador adotar um trabalho de parceria, instaurando as condições indispensáveis para que o aprendiz desenvolva a inteligência, e não a simples memorização. Conforme Fonseca: "O professor tem o dever de preparar os estudantes para pensar, para aprender a serem flexíveis, ou seja, para serem aptos a sobreviver na nossa aldeia de informação acelerada (FONSECA, 1998, p. 315)".

Por isso, é preciso que se abandonem os métodos pedagógicos instrucionais os quais não permitem dar a devida atenção à individualidade, e que se passe a compreender melhor como podemos lidar com certas características pessoais de nossos alunos. Esse constituirá o primeiro passo para o professor ser um participante ativo no processo de aprendizagem do aluno, pois, orientará o docente na identificação, mobilização e utilização de métodos e recursos variados.

Nesse sentido, as ciências do cérebro, que avançam vertiginosamente, podem contribuir para a renovação teórica na formação docente, adicionando informações científicas essenciais para a melhor compreensão da aprendizagem como fenômeno complexo. Essa perspectiva reflete uma visão contemporânea, sendo, inclusive, atual foco de atenção da Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômicos (OCDE), que, reconhecendo o impacto das ações educacionais sobre o desenvolvimento de uma nação, criou o Centro de Pesquisa Educacional e Inovação (Cedi). Como desdobramento desse interesse, o Cedi tem financiado inúmeras pesquisas baseadas na interlocução entre educação e neurociências.

A neurociência cognitiva tem como escopo, em especial, as capacidades mentais mais complexas, como a linguagem e a memória, sendo que essa última tem sido indicada como um dos principais alicerces da aprendizagem humana (IZQUIERDO, 2002; LENT, 2001; ASSMANN, 2001; RATEY, 2001). Assim, é possível preconizar que achados resultantes de estudos nessa área colaboram para aprimorar o entendimento de como se dá a aprendizagem. Segundo Ratey (2001), ao aprendermos tudo o que podemos acerca do cérebro, ao conhecer como ele faz o que faz, passamos a nos tornar mais responsáveis pela maximização de nossas forças e pela minimização de nossas fraquezas, preparando-nos para participar do processo de construção do saber e do mundo.

Com base nesse ponto de vista, temos uma mudança no sentido de promover uma interlocução entre a Neurociência e Educação, defendendo um diálogo criativo entre ambas e apresentando uma visão da interferência positiva dos conhecimentos neurocientíficos na educação, em especial na formação docente.

Sendo assim, buscamos o que de mais atual tem sido discutido e produzido pela academia e, nesse sentido, transcrevemos o artigo[1] "As bases neurobiológicas da aprendizagem no contexto da investigação temática freiriana", em que os autores[2] defendem o argumento de que a investigação temática proposta por Freire, ao estreitar a relação conteúdo-cotidiano, favorece a reconstrução do conhecimento, tendo como base as memórias sociais e culturais. Essas memórias, transformadas em estímulos emocionalmente competentes, propiciam uma ação docente que oportuniza a ampliação de saberes e engramas e, consequentemente, capacita os aprendentes para a transformação da realidade.

Para tanto, os autores apresentam as ideias freirianas sobre a necessidade ontológica dos humanos de desenvolverem a consciência crítica acerca de suas situações existenciais, com base na investigação temática. Nesse processo, o que se almeja é a percepção existencial dos sujeitos, de modo que, tomando distância da situação em que se encontram, possam elaborá-la como uma imagem, quadro ou *slide*, sobre o qual se pode problematizar, discutir e contestar para transformar.

Na sequência dessa atitude educativa, os autores discutem as bases neurobiológicas, ou seja, como o cérebro interpreta, compreende e apreende as informações dos contextos investigados e apresentamos alguns entendimentos sobre estímulos emocionalmente competentes e o processo de aprendizagem.

[1] Publicado pela revista: Trabalho, Educação e Saúde. Versão *Online*. ISSN 1981-7746. Trab. educ. saúde vol.13 no. 1 Rio de Janeiro jan./abr. 2015 Epub 02-Dez-2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1981-77462010000300012>. Acesso em: 10 abr. 2016.

[2] Diana Paula Salomão de Freitas 1, Cezar Soares Motta 2, Pâmela Billig Mello-Carpes 3:
1 Universidade Federal do Pampa. Doutora em Educação em Ciências na UFRG. 2 Universidade Federal do Rio Grande. Mestre em Educação em Ciências da Universidade Federal do Rio Grande. 3 Universidade Federal do Pampa. Pós-doutorado em Neurofisiologia pela Katholieke Universiteit Leuven (Bélgica) e doutorado em Fisiologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

AS BASES NEUROBIOLÓGICAS DA APRENDIZAGEM NO CONTEXTO DA INVESTIGAÇÃO TEMÁTICA FREIRIANA

O desenvolvimento da consciência crítica para compreender a necessidade da investigação temática freiriana

No capítulo três do livro *Pedagogia do oprimido*, Freire (2011) trata especificamente da justificativa, da explicação e de exemplos do que denomina Investigação Temática (IT), tema que aprofundaremos no próximo item deste texto. A IT, segundo o autor, é o processo de busca pelo conteúdo programático, para desenvolvimento de um processo educativo humanista, o qual Freire defende ser o processo que permite "a tomada de consciência de nossa plena humanidade, como condição e obrigação: como situação e projeto" (FURTER *apud* FREIRE, 2011, p. 117) de "superação das situações-limite em que os homens se acham quase coisificados" (FREIRE, 2011, p. 131).

Para explicitarmos o significado da IT, é necessária uma breve retomada do que o autor defende como desenvolvimento da consciência crítica, necessidade ontológica em que está a possibilidade de homens e mulheres de serem mais. Especificidade que garante, na historicidade das situações, alternativas para o que está posto; possibilidades para mudanças. Nas palavras do autor:

É por estarmos sendo este ser em permanente procura, curioso, "tomando distância" de si mesmo e da vida que porta; é por estarmos sendo este ser dado à aventura e à "paixão de conhecer", para o que se faz indispensável a liberdade que, constituindo-se na luta por ela, só é possível porque, "programados", não somos, porém, determinados; é por estarmos sendo assim que vimos nos vocacionando para a humanização e que temos, na desumanização, fato concreto na história, a distorção da vocação. Jamais, porém, outra vocação humana, nem uma nem outra, humanização e desumanização, são destino certo, dado, sina ou fado. Por isso mesmo é que uma é vocação e outra, distorção da vocação.

É importante insistir que, ao falar do "ser mais" ou da humanização como vocação ontológica do ser humano, não estou caindo em nenhuma posição fundamentalista, de resto, sempre conservadora. Daí que insista também em que esta "vocação", em lugar do ser algo *a priori* da história é, pelo contrário, algo que se vem constituindo na história. Por outro lado, a briga por ela, os meios de levá-la a cabo, históricos também, além de variar de espaço-tempo a espaço-tempo, demandam, indiscutivelmente, a assunção de uma utopia. A utopia, porém, não seria possível se faltasse a ela o gosto da liberdade, embutido na vocação para a humanização. Se faltasse também a esperança sem a qual não lutamos (FREIRE, 1997, p. 51).

A vocação ontológica, da qual fala Freire, também pode ser desenvolvida a partir dos processos educativos, por meio da educação problematizadora, contrapondo-se às corriqueiras práticas da educação bancária adestradora, que submete ao aprendente uma espécie de anestesia do pensar crítico. Seres criadores, inventores e imaginativos que somos, devemos participar de espaços que se proponham pensar sobre a realidade em que estamos, possibilitando perceber as diversas condições existentes, das dinâmicas que podem ser alteradas a favor dos sujeitos. Esse é o sentido da educação escolar que defendemos no artigo e que atribuímos à fala de Freire.

A partir da educação problematizadora, Freire é considerado educador que, ao pensar a existência humana, "existencia seu pensamento numa pedagogia em que o esforço totalizador da práxis humana busca, na intencionalidade desta, retotalizar-se como 'prática da liberdade'" (FIORE, 2011, p. 11). Liberdade esta que o autor atribui à consciência humana, que "só encontrará adequada expressão numa pedagogia em que o oprimido tenha condições de, reflexivamente, descobrir-se e conquistar-se como sujeito de sua própria destinação histórica" (FIORE, 2011, p. 11) – sendo os oprimidos os homens e as mulheres proibidos de sua condição de ser mais; e opressores, mulheres e homens que participam da dinâmica estrutural que conduz à dominação de consciências.

Com essa apresentação, frisamos que a pedagogia do oprimido, anunciada por Freire, é o difícil e imprescindível aprendizado apregoado pelo professor Ernani Maria Fiori, que é quem faz o prefácio do livro. Aprendizado

que diz respeito à libertação de consciências que, ao fazerem-se crítica, manifestam a capacidade transformadora e criadora das mulheres e dos homens. Consciência que, segundo o autor, é

> essa misteriosa e contraditória capacidade que tem o homem de distanciar-se das coisas para fazê-las presentes, imediatamente presentes. (...) É um comportar-se do homem frente ao meio que o envolve, transformando-o em mundo humano (FREIRE, 2011, p. 77).

Nesse sentido, o autor nos apresenta uma visão dialética de se pensar a consciência, recusando a ideia falsa de compreendermos a consciência como puro reflexo da objetividade material ou que tenha poder determinante sobre a realidade concreta. Em suas palavras:

Enquanto para as posições dogmáticas, mecanicistas, a consciência, que venho chamando de crítica, toma forma como uma espécie de epifenômeno, como resultado automático e mecânico de mudanças estruturais, para a dialética, a importância da consciência está em que, não sendo a fazedora da realidade, não é, por outro lado, como já disse, puro reflexo seu. É exatamente aí que se coloca a importância fundamental da educação enquanto ato de conhecimento, não só de conteúdos, mas da razão de ser dos fatos econômicos, sociais, políticos, ideológicos, históricos, que explicam o maior ou menor grau de “interdição do corpo” consciente, a que estejamos submetidos (FREIRE, 1997, p. 53).

Nesse contexto, a verdadeira conscientização da realidade não consiste apenas no seu desvelamento, mas na sua transformação, por isso o sonho é propulsor imprescindível dessa transformação. Assim, o autor acentua a necessidade de o educador se familiarizar com o contexto dos grupos com que trabalha, a fim de entender sua leitura do mundo, seu modo de construir cultura; de resistir às condições proibitivas do desenvolvimento de sua vocação ontológica. Desde aí o educador terá condições de ‘capturar’ as situações para problematizá-las e, no lugar da consciência conformada, produzir espaço para

construção da consciência crítica, que pode então contribuir para a transformação da realidade existente.

No momento em que a percepção crítica se instaura, na ação mesma, se desenvolve um clima de esperança e confiança que leva os homens a se empenharem na superação das "situações-limite" (FREIRE, 2011, p. 126).

O processo de investigação temática

Diante do que apresentamos da necessidade do desenvolvimento da consciência crítica em processos educativos humanistas, libertadores de consciência, abordaremos o método de conhecer a realidade do educando para o desenvolvimento de sua consciência crítica. Esse processo é iniciado pelo que Freire denomina investigação temática, "um esforço comum de consciência da realidade e de autoconsciência, que a inscreve como ponto de partida do processo educativo, ou da ação cultural de caráter libertador" (FREIRE, 2011, p. 138). É o esforço de propor aos indivíduos dimensões significativas de sua realidade, cuja análise crítica lhes possibilite reconhecer a interação das partes.

A IT é o ponto de partida de um processo educativo conscientizador, inclusive no processo de busca e elaboração das situações cotidianas de quem aprende. Esse processo, ao mesmo tempo em que apreende temas que podem gerar outros temas para continuidade do trabalho, proporciona àquele que investiga a tomada de consciência das situações em que se encontra. É investigação que pretende ainda pesquisar o pensamento-linguagem que as mulheres e os homens têm da realidade; "os níveis de sua percepção desta realidade, a sua visão do mundo, em que se encontram envolvidos seus 'temas geradores'" (FREIRE, 2011, p. 122). Nas palavras do próprio FREIRE, 2011:

> A investigação temática, repitamos, envolve a investigação do próprio pensar do povo. Pensar que não se dá fora dos homens, nem num homem só, nem no vazio, mas nos homens e entre os homens, e sempre referido à realidade (FREIRE, 2011, p. 140).

Esse processo centra-se no (re) conhecimento e busca da situação dos homens e das mulheres a quem o educador se dirige, na medida em que: “Os homens são porque estão em situação. E serão tanto mais quanto não só pensem criticamente sobre sua forma de estar, mas criticamente atuem sobre a situação em que estão” (FREIRE, 2011, p. 141).

Assim, para trabalhar um conteúdo programático contextualizado e relacionado com o educando, é importante que o educador proponha as situações dos sujeitos,

> Através de certas contradições básicas, sua situação existencial, concreta, presente, como problema que, por sua vez, o desafia e, assim, lhe exige resposta, não só no nível intelectual, mas no nível da ação (FREIRE, 2011, p. 120).

Freire pontua etapas para a investigação temática, em que, no processo, localiza-se o momento para codificar as situações em quadros que serão, dialogicamente, problematizados pelos aprendentes. Nessa proposta pedagógica, atribui-se um papel elementar à escolha coletiva do conteúdo programático, que não é eleito exclusivamente pelos educadores. São as etapas:

1. Delimitação da área em que uma equipe multidisciplinar, de modo dialógico, vai trabalhar a pedagogia problematizadora.
2. Convite a um número significativo de pessoas que aceite uma conversa informal com os pesquisadores, membros da equipe multidisciplinar, que lhes falarão do objetivo de sua presença na área. Desde aí, estimulam-se os presentes para que, dentre eles, apareçam os que queiram participar diretamente do processo de investigação como seus auxiliares (cuja presença ativa é muito importante para a investigação).
3. Visitações (em horário comercial) na área de estudo, com “atitudes compreensivas em face do que observam” (FREIRE, 2011, p. 144). Visita após visita, busca-se a descrição das situações, registradas em diário (que posteriormente constituirão relatórios a serem discutidos no

grupo). Ora se registra a visão crítica e observadora diretamente de quem pesquisa, ora se realizam diálogos informais com os habitantes da área de estudo (FREIRE, 2011). Nesse momento, observa-se o comportamento dos moradores nas cerimônias religiosas, em suas casas ou nas reuniões de associação popular, de modo a observar: suas expressões; sua linguagem; suas palavras; sua forma de construir seu pensamento; as relações entre as diretorias e os sócios; o papel que desempenham as mulheres e os jovens; os momentos de lazer; e as manifestações em torno das relações matrimoniais e de pais-filhos.

4. Realização de seminários de avaliação, se possível, na área de trabalho, para que todos possam participar. Momento de 'descodificação' ao vivo, em que todos expõem como perceberam e sentiram esse ou aquele momento, aquela observação registrada, codificada.
5. Em equipe, será feita a escolha de algumas das contradições; elaboração das contradições em forma de pinturas ou fotografias, que serão codificações para a investigação; representação das situações conhecidas pelos indivíduos, cuja temática é conhecida por eles e deve refletir uma situação existencial, "aspectos concretos de suas necessidades sentidas" (FREIRE, 2011, p. 154). Não é possível propor representações de realidades estranhas. "As codificações não são *slogans*, são objetos cognoscíveis, desafios sobre que deve incidir a reflexão crítica dos sujeitos descodificadores" (FREIRE, 2011, p. 151).
6. Percepção da percepção anterior: descodificação. Momento em que os indivíduos, exteriorizando sua temática, explicitam sua consciência real (GOLDMAN, 1969)[1] da realidade. Segundo FREIRE, 2011:

> Promovendo a percepção da percepção anterior e o conhecimento do conhecimento anterior, a descodificação, desta forma, promove o surgimento de nova percepção e o desenvolvimento de novo conhecimento. A nova percepção e o novo conhecimento, cuja formação já começa nesta etapa da investigação, se prolongam, sistematicamente, na implantação do plano educativo, transformando o "inédito viável" na "ação

> editanda", com a superação da "consciência real" pela "consciência máxima possível" (FREIRE, 2011, p. 153).

7. Gravação do processo de decodificação para ser posteriormente analisado pela equipe multidisciplinar, juntamente com os auxiliares de investigação, que serão os "retificadores e ratificadores da interpretação que fazem estes dos achados da investigação" (FREIRE, 2011, p. 156). Sugere-se, ainda, a participação de um psicólogo e um sociólogo, cuja tarefa é registrar reações mais significativas ou aparentemente pouco significativas dos sujeitos descodificadores.

   Momento em que os participantes vão extrojetando, pela força catártica da metodologia, uma série de sentimentos, de opiniões, de si, do mundo e dos outros, que possivelmente não extrojetariam em circunstâncias diferentes (FREIRE, 2011, p. 157).
8. Estudo sistemático e interdisciplinar dos achados na IT: num primeiro instante ouvindo gravação por gravação e, também, estudando as notas fixadas pelo psicólogo e pelo sociólogo. Esses temas devem ser classificados num quadro geral e, desde aí, receber enfoques da antropologia, da psicologia social, da filosofia etc. Cada especialista deve propor à equipe um projeto de 'redução' de seu tema e observar também a necessidade de apresentar alguns temas fundamentais que não foram sugeridos, o que FREIRE, 2011 chama de 'temas dobradiças', pois facilitam a compreensão entre os temas no conjunto da unidade programática.

Explicitadas as etapas da IT, foquemo-nos a seguir na importância de os aprendentes participarem do contexto em que são produzidos os objetos cognoscíveis que serão estudados, em vez de apenas discutirem os conteúdos recortados da realidade estudada, fundamentando-nos nos aspectos neurobiológicos.

A importância da aprendizagem focada no contexto do aprendente para maior produção de estímulos emocionalmente competentes

Damásio (2003, *apud* BISPO, 2004) define como estímulos emocionalmente competentes (EEC) aqueles capazes de provocar um estado emocional no sujeito. Esta definição é importante na medida em que Izquierdo, (2002, p. 9) afirma que "os maiores reguladores da aquisição, da formação e da evocação das memórias são justamente as emoções e os estados de ânimo".

A atenção é uma das funções mais importantes do sistema nervoso central para o aprendizado. Com ela, podemos, diante de uma variedade de estímulos dos mais diferentes tipos, aos quais somos expostos diariamente, definir o que é mais relevante em determinado momento e focar nossa atenção para aprender algo sobre aquilo que nos instiga. No entanto, nossa capacidade de manter a atenção em determinado estímulo/tema é limitada a um curto período de tempo, por isso a importância de utilizar estímulos de diferentes tipos no processo de aprendizagem. Segundo Guerra (2010, p. 8), "Dificilmente um aluno prestará atenção em informações que não tenham relação com seu arquivo de experiências, com seu cotidiano ou que não sejam significativas para ele".

Além da atenção, outro aspecto extremamente importante para a aprendizagem é a emoção. Isso ocorre porque neurônios que regulam aspectos relacionados aos diferentes tipos de emoção têm conexões diretas com neurônios importantes para a formação de memórias. Neurônios de algumas regiões inclusive acumulam funções de disparo emocional com funções de aprendizagem. Sem dúvida, a presença de emoção favorece a formação de memórias, ou seja, o aprendizado. É muito mais fácil para nós recordarmos um evento ou um conteúdo que aprendemos em um contexto emocional mais intenso do que aqueles aprendidos em um contexto pouco significativo.

Quase todos os tipos de experiências sensoriais ativam instantaneamente diversas partes do cérebro, que associa suas características afetivas (seu caráter agradável ou desagradável; de satisfação ou aversão) e transmite essa informação integrada até centros cerebrais específicos. O cérebro, então, em suas zonas de memória, entre as quais podemos destacar

o hipocampo, compara a informação recebida com uma informação prévia, auxiliando no controle da informação que uma pessoa aprenderá ou deixará de aprender, formando o que Izquierdo chama de memória. Em suas palavras:

> Memória é a aquisição, a formação, a conservação e a evocação de informações. A aquisição é também chamada de aprendizagem: só se "grava" aquilo que foi aprendido. A evocação é também chamada de recordação, lembrança, recuperação. Só lembramos aquilo que gravamos, aquilo que foi aprendido. (...) As memórias são feitas por células nervosas (neurônios), são armazenadas em redes de neurônios e são evocadas pelas mesmas redes neurais ou por outras (IZQUIERDO, 2002, p. 9).

Nesses processos participam diferentes regiões de nosso cérebro, de forma integrada, em que: o hipocampo tem papel reconhecidamente importante na consolidação de novas memórias; o sistema límbico formado por um conjunto de estruturas responsáveis pela ativação e processamento das emoções, como o tálamo, a amígdala, o hipocampo e o hipotálamo, tem relação direta com a formação de memórias; a região cortical frontal permite, entre outras coisas, focarmos nossa atenção em determinados aspectos, além de sua importante função relacionada à linguagem falada e escrita; a região temporal está relacionada à identificação e percepção dos sons; a região occipital reconhece os objetos visualizados, e também é importante para a leitura e o reconhecimento das palavras.

Essas e outras regiões cerebrais atuam interligadas, de maneira que seus neurônios realizam um trabalho conjunto no processo de ensino-aprendizagem. Cabe salientar que essas redes neuronais são complexas e estão sujeitas a constantes modificações, propriedade do sistema nervoso que chamamos plasticidade cerebral/neuroplasticidade, modificações estas que dependem de nossas experiências e vivências. Assim, concordando com Mora (2004), os processos de aprendizagem modificam o cérebro e também o comportamento do sujeito aprendente.

Durante a aprendizagem, os sujeitos envolvidos, por meio das práticas propostas, fornecem estímulos que provocam mudanças nos circuitos neurais, fazendo com que o cérebro se reorganize, gerando aprendizado. Sem dúvida, estratégias pedagógicas que considerem em sua proposta a maneira como o cérebro funciona tendem a ser mais exitosas (GUERRA, 2010).

Em face do exposto, a participação dos sujeitos em experiências de investigação para melhor compreensão e conscientização dos temas que estudarão provocará maiores emoções e estímulos do que a visualização de imagens ou, ainda, textos que abordem superficialmente o tema, sem contextualizá-lo. Demonstra-se, assim, a necessidade dos educadores em compreender melhor as possibilidades e limitações da utilização de imagens como recurso pedagógico. Nas palavras de Silveira (2005):

> Seja do ponto de vista da semiótica, e das várias abordagens teóricas fundamentadas em códigos, seja do ponto de vista das teorias cognitivas, a imagem tem sido amplamente estudada na área de linguagem e comunicação. Entre as vantagens de um texto constituído por imagens, destaca-se o fato de ele ser universal, pois vence a barreira da linguagem falada e escrita, podendo, através de um entendimento imediato, ser compreendido por pessoas de língua e cultura diversas (SILVEIRA, 2005, p. 113).

Salientamos ainda que a utilização da palavra visualização neste texto deve ser entendida como a imagem no nível da ação cognitiva, explicado por Vavra e colaboradores (2011) por meio de duas perspectivas teóricas: teoria de dupla codificação (*dual-coding theory* – DCT) e hipótese de imagens visuais (*visual imagery hypothesis*– VIH). Na primeira teoria, Paivio (1986, *apud* VAVRA *et al*, 2011) e Sadoski e Paivio (2001, *apud* VAVRA *et al,* 2011) apresentam-nos a visualização como um meio para compreender a maneira na qual as informações linguísticas (palavras e frases) e informações visuais (imagens), codificadas por dois importantes sistemas mentais, funcionam de modo independente, ‘um verbal e outro não verbal’. Desse modo, as

informações armazenadas em cada sistema podem ser acessadas independentemente uma da outra. No entanto, a combinação de informação linguística e informação visual fornece duplo suporte para a aprendizagem e a aquisição de conhecimentos. Outro importante aspecto da DCT é sua capacidade de oferecer importantes *insights* sobre como a percepção visual afeta a memória e como a visualização pode ser usada para melhorar a aprendizagem e a compreensão.

A VIH, abordada por Johnson-Laird (1998, *apud* VAVRA *et al*, 2011) e Pylyshyn (2003, *apud* VAVRA *et al*, 2011), concentra-se nos objetos de visualização, estes representações gráficas que permitem processar informações de forma mais eficiente do que as verbais, de maneira a reduzir a demanda de memória de trabalho, que tem por função manter a informação ativa no cérebro apenas pelo tempo necessário para determinar se ela deve ou não ser armazenada. A VIH também ressalva uma importante função dos objetos de visualização, o da organização, que torna a informação acessível para manipulação e comparação, gerando inferências e possibilitando a resolução de problemas. De modo geral, Johnson-Laird e Pylyshyn apresentam como premissa básica da VIH os objetos de visualização, como atividades capazes de fornecer as informações e os conceitos necessários para facilitar a aplicação de conhecimentos e habilidades para a resolução de problemas.

Na compreensão desses autores, encontramos a relação entre a IT proposta por Freire e a função epistêmica dos objetos de visualização, quando associados ao contexto dos sujeitos aprendentes. Silveira (2005), ao se posicionar desfavoravelmente à predominância da imagem na civilização atual, justifica que seu excesso contribui para a falta de reflexão lógica dos indivíduos. Assim, os sentidos (re) construídos pelos aprendentes sobre seu contexto (que será o contexto em estudo) serão mais significativos na medida em que eles percebem outras relações existentes e as problematizam, procurando perceber o que produz o contexto, o que contribui para que este permaneça como está e as relações socio-historicamente estabelecidas que proíbem esse contexto de mudar – processo grávido de emoções e estímulos favoráveis para aquisição e evocação de memórias.

Nesse sentido, quando o sujeito participa ativamente do processo de IT que será trabalhado, ele recebe mais EEC, porque, ao participar das relações que constituem a situação investigada, seus sentimentos e emoções são mobilizados, o que favorece seu processo de aprendizagem. CARVALHO, 2007 reforça essa ideia quando afirma que,

> a emoção e a motivação influenciam na aprendizagem, sendo que os sentimentos, intensificando a atividade das redes neuronais e fortalecendo suas conexões sinápticas, podem estimular a aquisição, a retenção e evocação e articulação das informações no cérebro (CARVALHO, 2007, p. 61).

Assim, a escolha das estratégias pedagógicas adotadas no processo de ensino-aprendizagem é fundamental para a (re)construção de sentidos e significados pelos sujeitos que participam do processo – destacando-se que a utilização de recursos multissensoriais ativa múltiplas redes neurais, as quais estabelecem então redes sinápticas entre si (GUERRA, 2010). Esse processo começa pela percepção sensorial do contexto, segundo Lent (2001, p. 557): “percepção é a capacidade de associar as informações sensoriais à memória e à cognição, de modo a formar conceitos sobre o mundo, sobre nós mesmos e orientar nosso comportamento”. Para ocorrer aprendizagem, essas informações percebidas posteriormente devem ser processadas e interpretadas.

Assim, à medida que as experiências de aprendizado forem repetidas, a memória aprendida será reconsolidada, ou seja, ‘fortificada’, de forma que as conexões entre os neurônios envolvidos com esse aprendizado serão cada vez mais especializadas. Quanto mais dinâmicas e prazerosas forem essas experiências de aprendizado, maiores serão as alterações na quantidade e na qualidade das conexões sinápticas, afetando assim o funcionamento cerebral e gerando aprendizado – o que converge para a afirmação de CARVALHO, 2011:

> assumir a necessidade de estratégias metodológicas que garantam o desenvolvimento do potencial cognitivo de cada aluno é uma condição para assegurarmos a participação efetiva do mesmo na sociedade (CARVALHO, 2011, p. 538).

Partimos então para outro ponto que é essencial nesse processo: a mediação do educador, afirmação ressaltada por Vavra e colaboradores (2011), quando apontam o cuidado que o professor deve ter ao escolher os objetos de visualização, a fim de garantir sua relação com o contexto particular de cada situação proposta. Essa consideração vai ao encontro do que queremos enfatizar, ou seja: qualquer que seja a estratégia pedagógica utilizada, seu significado será intencionado e atribuído pelo educador. De acordo com Silva e Bezerra (2001):

> uma metodologia de ensino que utilize adequadamente os novos conhecimentos sobre os diferentes tipos de memórias poderá se converter num instrumento auxiliar básico para a cognição. A pedagogia contemporânea necessita utilizar-se das diversas ferramentas disponíveis para subsidiar uma pluralidade de abordagens que promovam a construção de habilidades e competências consoantes com as exigências dos contextos sociais pós-modernos. As novas estratégias de ensino requerem o conhecimento desses processadores cerebrais complexos para que sejam melhor ativados e colocados a serviço da construção de novas aprendizagens. (SILVA e BEZERRA, 2001, p. 5-6).

Nesse sentido, reforçamos o argumento proposto no artigo que, ao apresentar as potencialidades formativas da IT freiriana, a relaciona com utilização de imagens para possibilitar a (res)significação de suas compreensões acerca do contexto. Consideração ratificada por SILVERIA

(2005, p. 124), quando afirma que, além do estímulo visual, “as informações devem ser contextualizadas como premissas de um raciocínio interpretativo para que se atinja um processo de comunicação bem sucedido”. Além disso, considerando os aspectos neurobiológicos já discutidos, sem o contexto cognitivo das informações as interpretações de quem aprende serão limitadas, o que vai na contramão de um processo de construção de conhecimento que preza pelo desenvolvimento da consciência crítica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste artigo buscamos enfatizar a importância de processos de aprendizagem focados no contexto dos aprendentes e sua potencialidade para gerar EEC, os quais possibilitem o desenvolvimento de sua consciência crítica. Os sujeitos aprendem aquilo que os emociona, que os sensibiliza. Assim, transformar o conteúdo programático de uma disciplina em algo relevante para que o estudante modifique sua realidade é um desafio para o educador. Para a realização da proposta pedagógica que defendemos, apresentamos as etapas do processo de IT, apregoado por Freire, e relacionamos a visualização das imagens construídas no processo de codificação, com hipóteses de teóricos que enfatizam que a combinação de informações linguística e visual, apreendidas no processo de investigação, fornece duplo suporte para a aprendizagem e a construção de conhecimentos. Ainda consideramos que a participação dos sujeitos aprendentes durante a pesquisa de informações, pertinentes ao contexto, favorece a ampliação de EEC e, desse modo, sua aprendizagem.

CONHECIMENTOS NEUROCIENTÍFICOS NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES

Evidentemente, vivemos no século do estudo da mente e do cérebro. O interesse na área, ancorado no progresso tecnológico, tem garantido avanços científicos significativos para a neurociência, contribuindo intensamente para promover com maior eficácia o entendimento da mente humana.

Há uma busca exaustiva no campo científico da neurociência em torno de como o cérebro age. São inúmeros os estudos que têm sido publicados, em revistas especializadas ou não, e vários os congressos realizados na área da neurociência. Usando de recursos tecnológicos sofisticados, como técnicas de mapeamento de imagens, hoje é possível não apenas analisar detalhadamente a anatomia do cérebro, mas também identificar que partes dele trabalham quando se realiza uma ação.

Obviamente, instaura-se aqui a possibilidade de aprender como as pessoas organizam seus processos cognitivos, bem como de reconhecer as diferenças entre essas organizações. Essa perspectiva permite que a evolução da ciência do cérebro se constitua numa das principais alternativas para compreender a complexidade cognitiva humana.

Para Pozo (2002), um conhecimento mais aproximado da forma de funcionamento do processo de aprendizagem permite uma compreensão mais adequada do aprender e do ensinar, superando-se dificuldades tanto do aprendiz quanto daquele que ensina - isto é, daquele que ajuda os outros a aprender. E esse conhecimento pode auxiliar os mestres a reestruturarem o ensino, proporcionando àquele que aprende um melhor desempenho na tarefa de aprender.

Complementando essa ideia, Shore (2000) salienta que o conhecimento científico crescente produzido pela neurociência deve ser dirigido àqueles que, de algum modo, colaboram profundamente no desenvolvimento cognitivo das crianças - em especial, pais e professores, interventores reconhecidos na aprendizagem desses indivíduos.

Entretanto, apesar de a mídia ter constantemente explorado, de forma bastante intensa, o tema mente/cérebro, colaborando para o aumento das informações sobre o assunto, esses conhecimentos têm sido apresentados de forma superficial e desconectada de seu vínculo com a educação. Além disso, a produção literária nacional com uma visão unificada das relações entre as ciências da mente/cérebro e a educação é escassa. Assim, aborda-se de forma mais densa o papel significativo da biologia da mente na educação. Os livros e materiais disponíveis no mercado pouco oferecem nesse sentido ou, quando apresentam informações científicas mais especializadas, destinam-se a um grupo seleto de profissionais e são direcionados a áreas como medicina e psicologia, afastando-se das atividades do professor.

Tardif (2003) lembra que o objeto de trabalho do docente é o humano, e que isso tem consequências relevantes para a prática profissional dos professores, o que merece maior discussão. Conforme o autor, num dado grupo de alunos, existem especificidades individuais, cabendo ao docente atingir cada um dos indivíduos:

Essa tarefa docente envolve a disposição para compreender os alunos em suas particularidades individuais e situacionais, acompanhando sua evolução no contexto em sala de aula.

> (...) a disposição do professor para conhecer seus alunos como indivíduos deve estar impregnada de sensibilidade e de discernimento a fim de evitar as generalizações excessivas e de afogar a percepção que ele tem dos indivíduos num agregado indistinto e pouco fértil para a adaptação de suas ações. Essa predisposição para conhecer os alunos como indivíduos parece, aliás, muito pouco desenvolvida nos alunos-professores (...). A aquisição de sensibilidade relativa às diferenças entre os alunos constitui uma das principais características do trabalho docente. Essa sensibilidade exige do professor um investimento contínuo e em longuíssimo prazo, assim como a disposição de estar constantemente revisando o

> repertório de saberes adquiridos por meio da experiência (TARDIF, 2003, p. 267).

Demo (2005) indica a necessidade de propiciar uma formação mais eficiente aos professores quanto à complexidade e à reconstrução presentes na aprendizagem. Em relação a essa necessidade, o autor destaca a importância, com base em diferentes vertentes teóricas advindas de áreas variadas, do estudo sobre a aprendizagem na formação do professor, não só adotando como referencial as ciências humanas e sociais, mas também reconhecendo o caráter interdisciplinar da aprendizagem. Segundo Claxton (2005), se os professores não sabem em que consiste a aprendizagem e como ela ocorre, tem as mesmas possibilidades de favorecê-la ou de atrapalhá-la.

Para Moraes e Torre (2004), a neurociência oferece conhecimentos que deveriam ser aproveitados pelos docentes. Os referidos autores lembram que a aprendizagem é proporcionada pela plasticidade do cérebro e sofre influência do ambiente. Nesse caso, o professor, por meio de sua ação profissional, transmite estímulos que podem vir a contribuir para a secreção de hormônios que provocam o entusiasmo e o desejo de aprender ou o extremo oposto, o desinteresse.

Não considerar esses pressupostos pode ocasionar uma visão equivocada dos diferentes momentos de ensino e aprendizagem. Na ausência de informações de como nosso cérebro faz o que faz muitas vezes os professores atribuem o insucesso no aprender à incapacidade de os alunos realizarem determinados tipos de aprendizagem. Com isso, os professores se esquivam de sua responsabilidade como mediadores da construção do conhecimento.

Em contrapartida, oportunizar aos professores a compreensão de como o cérebro trabalha dá condições mais adequadas para que ele estimule a motivação em sala de aula e, de certa forma, assegura a possibilidade de sintonizar com os diversos tipos de alunos, os quais terão suas capacidades mais profundamente exploradas.

Indubitavelmente, o ato pedagógico é extremamente relevante para a retenção e o processamento da informação trabalhada em sala de aula, uma

vez que as explicações e a atuação docente não somente informam, como também oferecem dados os quais, colhidos nas interações quando realmente vivenciadas, não se restringem às percepções sensíveis e aparentes. Nesse caso, gesto e fala fornecem mensagens significativas, pistas, a serem decodificadas. De acordo com Morin (1999), somos influenciados pelos pensamentos dos outros de tal modo que, apesar de independentes, dependemos das relações que construímos no ambiente em que nos encontramos.

Na sala de aula, *o que se fala* e *como se fala* constituem elementos desencadeadores de pensamentos e raciocínios. Tomando como exemplo as informações visuais e auditivas veiculadas em um dado recurso didático, bem como o comportamento docente, eles criam circunstâncias capazes de configurar determinada identidade emocional, em virtude de pensamentos e memórias, que evocam lembranças e manipulam a interpretação na mente. Segundo Izquierdo (2002), as emoções e o estado de ânimo interferem na formação e na evocação de memórias e, como qualquer função cognitiva que envolve sinapses, quanto maior o número de estímulos condicionados dessa memória, tanto maior a retenção ou a evocação de uma dada informação.

Quantos professores sabem que um simples trabalho de memorização de diferentes tipos de textos exige diferentes níveis de oxigenação do cérebro? Que quanto mais complexa a atividade proposta e à medida que se eleva o grau de raciocínio, o fluxo sanguíneo no cérebro é mais intenso? O professor tem noção de que sua ação pedagógica desencadeia no organismo do aluno reações neurológicas e hormonais que podem ter influência na motivação para aprender? Como pode o professor desconhecer a dinâmica mente/cérebro? Basta a análise dessas questões para que se compreenda a importância desse tipo de informação na adequação de metodologias de ensino.

Do reconhecimento de que a compreensão do cérebro é crucial para o ato pedagógico, surge a necessidade de refletir sobre um novo saber disciplinar baseado nos conhecimentos neurocientíficos, os quais poderiam ser vinculados às disciplinas direcionadas à aprendizagem humana. A articulação entre neurociências e educação pode ocorrer por meio da renovação de um componente já existente ou pelo acréscimo de um novo componente curricular

nos cursos de formação de professores. Sua prioridade deve ser a de adicionar informações científicas e subsidiar futuras ações práticas, não se constituindo se constituindo apenas em mais um saber disciplinar, mas em um saber pertinente e útil para a prática profissional da docência. Como preconiza Willians:

> A pesquisa sobre o cérebro manifesta o que muitos educadores sabem intuitivamente: que os alunos aprendem de diversas maneiras e quanto mais maneiras se apresentarem, tanto melhor aprendem a informação. (WILLIANS *apud* MORAES e TORRE, 2004, p. 88).

Esse novo saber passaria a constituir um forte embasamento teórico para o *saber-fazer* docente, pois possibilitaria como consequência não só a revisão dos processos de aprendizagem, como também um melhor conhecimento do processo de ensinar, imprimindo uma reorientação da transposição didática. Trata-se de propor um saber disciplinar que embasa e se aprimora num saber profissional, pois ao descobrir o que a neurociência cognitiva pode oferecer à educação e vice-versa, na perspectiva de que esses saberes se complementam, se enriquecem e se necessitam, podemos entrelaçar teorias científicas com a prática docente e, consequentemente, fundamentar o saber pragmático dos professores. De acordo com a Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômicos (OCDE):

> Nas próximas décadas, temos boas possibilidades de desvendar as complexidades do cérebro e compreender, pelo menos, a natureza da memória e da inteligência (por exemplo, e o que realmente acontece quando o aprendizado ocorre). Quando atingirmos esse objetivo, seremos capazes de reassentar nossa prática educativa sobre uma sólida teoria da aprendizagem. (ORGANIZAÇÃO DE COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICOS, 2003, p. 46).

O professor, ainda que deva assumir a posição de especialista de sua disciplina, necessita assumir, concomitantemente, a posição de didata da disciplina, e isto acontecerá na medida em que sua formação permita compreender onde e como ocorrem as aprendizagens (MEIRIEU, 1998; ZABALZA, 2004).

Nesse caso, a interlocução entre neurociências e educação influenciaria a futura ação pedagógica dos acadêmicos. Os conteúdos neurocientíficos podem vir a colaborar substancialmente no melhor desempenho docente, uma vez que professores que compreendem a aprendizagem como processo humano que tem raízes biológicas e condicionantes socioculturais do conhecimento adotam uma gestão mais eficaz, tanto das emoções, quanto da aprendizagem de seus estudantes.

Assim, a necessidade de aproximar os achados na área da neurociência da educação sustenta a premissa de que instituições responsáveis pela formação de professores precisam examinar e discutir os componentes curriculares das licenciaturas, revendo a estrutura desses cursos, a fim de que os alunos, futuros profissionais da educação, possam buscar aperfeiçoar sua ação pedagógica.

Em primeiro lugar, pelo reconhecimento de que os componentes curriculares advindos das áreas de psicologia e didática dos cursos de formação de docentes podem abordar conhecimentos neurocientíficos, pois, em geral, contemplam em seus programas questões como memória, emoção, desenvolvimento do sistema nervoso, dificuldades de aprendizagem e comportamento humano. Com isso, é possível defender a verificação não só da inserção desses temas, mas também de como eles são explorados como conteúdos programáticos das áreas de psicologia e didática nos currículos atuais. Uma análise cuidadosa dos quadros curriculares dos cursos de formação de professores provavelmente poderá revelar a necessidade de renovação de alguns dos componentes curriculares, para a sua adaptação às descobertas no campo da neurociência.

Assim, considerando que esse pressuposto está em estágio inicial, postula-se como imprescindível a realização de pesquisas sobre o Ensino

Superior a fim de atender diversos questionamentos pendentes, entre eles: Conhecimentos científicos da neurociência são abordados em alguma disciplina nos cursos de formação de professores? Se o são, estão relacionados aos processos de ensino e de aprendizagem? Qual a relevância atribuída pelos alunos desses cursos à existência ou não desses saberes disciplinares durante a formação acadêmica?

De forma mais específica, no caso de serem percebidas lacunas curriculares, é possível recomendar a inserção de uma nova disciplina que aborde, de maneira mais profunda e intensa, a visão integrada da biologia do cérebro com aspectos mais pedagógicos do ensinar e do aprender. Um exemplo seria a criação de uma disciplina como 'Neurociência e aprendizagem' ou 'Biologia da aprendizagem'. Nessa disciplina, poderiam ser desenvolvidos os conteúdos neurocientíficos atrelados à Pedagogia, numa visão transdisciplinar.

A disciplina, seja ela advinda da inserção de um novo componente curricular ou resultado da adição de conteúdos científicos para a renovação de alguma disciplina já existente, deve não só reconhecer a importância dos achados neurocientíficos, mas também otimizar o seu uso, buscando oferecer ao acadêmico material significativo para que ele aprimore a sua compreensão da relação entre cérebro e aprendizagem.

De um ponto de vista mais prático e tendo como apoio a percepção de que a visualização do funcionamento do substrato físico onde ocorrem os processos mentais pode tornar-se um elemento facilitador para o entendimento do cérebro como sistema complexo, plástico e reorganizável, sugere-se que o componente curricular faça uso de neuroimagens geradas nas pesquisas desenvolvidas na área da neurociência, as quais constituem recurso inestimável para uma abordagem ampla das relações entre cognição, emoção e aprendizagem.

É interessante ressaltar que, embora a sugestão enfatize a relevância do entendimento da base biológica da cognição humana, não desconsidera que a manifestação comportamental é também fruto da interação do indivíduo com o meio em que vive. Como exposto, achados da própria neurociência têm evidenciado como os estímulos externos gerados no ambiente afetam as

conexões cerebrais, influenciando o desenvolvimento e o funcionamento cerebral.

Sem dúvida, um painel detalhado sobre o que existe de mais atual nas neurociências e que vincule esses dados às teorias pedagógicas deve ser oferecido não apenas para os alunos durante a formação acadêmica, mas também ser estendido aos profissionais em atuação, pois pode contribuir para a formulação de diretrizes pedagógicas que busquem otimizar a adoção de condutas de ensino e de aprendizagem[3].

CONTRIBUIÇÕES DAS NEUROCIÊNCIAS AO PROCESSO DE ALFABETIZAÇÃO E LETRAMENTO EM UMA PRÁTICA DO PROJETO ALFABETIZAR COM SUCESSO

Este artigo[4] destaca contribuições das neurociências à compreensão dos processos neurocerebrais envolvidos no ensino-aprendizagem e mostra como essas contribuições podem ser utilizadas em associação com a teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel (2002) e com a Psicogênese da Língua Escrita de Ferreiro e Teberosky (1979). Defende a necessidade de familiarizar os profissionais da educação com conhecimentos referentes a esses processos para conduzir à melhoria do desempenho acadêmico vigente na maioria de nossas escolas.

INTRODUÇÃO

O mundo contemporâneo apresenta mudanças irreversíveis impulsionadas por influências de fenômenos hegemônicos como a

[3] Autora: Fernanda Antoniolo Hammes de Carvalho: Pós-doutoranda Prodoc/Capes no Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Laboratório de Neurociências, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Rio Grande do Sul, Brasil. Doutora em Educação pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

[4] Publicado pela Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos. Versão *Online*. ISSN 2176-6681. Rev. Bras. Estud. Pedagog. vol.96 no.242 Brasília jan./abr. 2015. http://dx.doi.org/10.1590/S2176-6681/316512801. Autores: Mário Medeiros: Universidade de Pernambuco (UPE), Departamento de Ciências Humanas e Educação, Garanhuns, Pernambuco, Brasil. Edileuza de Lima Bezerra: Universidade de Pernambuco (UPE), Garanhuns, Pernambuco, Brasil.

globalização, o neoliberalismo e as tecnologias da informação e comunicação (TICs). Esses fenômenos configuram as grandes preocupações públicas, nos campos econômico, político, social e cultural e orientam as principais decisões governamentais. Essas preocupações incluem uma revisão nas formas de pensar e de preparar os indivíduos para as relações interpessoais, para o mercado de trabalho e para a cidadania. Sendo a escola parte destacada dessa preparação, é necessário visualizar melhor os contornos desse processo para que ela desempenhe com efetividade sua função social.

Pode-se começar com a hipótese de que talvez os modelos pedagógicos de décadas passadas fossem suficientes para aquela época porque havia menos exigência quanto ao que era solicitado ao indivíduo para atender às demandas do mundo social, do trabalho e da cidadania. Entretanto, com a crescente sofisticação das habilidades e competências exigidas para lidar com a reestruturação produtiva, com as ameaças ao ecossistema global e com a cidadania cosmopolizada, tornou-se mister, entre outras, a superação da especialização disciplinar do conhecimento, a superação dos modelos estereotipados de visões do mundo, bem como o desenvolvimento de arcabouços institucionais respeitadores das individualidades nascentes.

Os sujeitos contemporâneos, quase obrigados que são a participar de um verdadeiro frenesi informativo e semiótico, precisam ser competentes para refazerem, a seu modo, as complexas operações mentais que levam da interpretação de representações à produção de significados e sentidos, e destes à produção de outras representações. Sendo assim, as práticas pedagógicas tradicionais, baseadas em técnicas de memorização para repetição, e a correspondente formação de professores, até então consideradas adequadas, já não se mostram suficientes para a construção das habilidades e competências esperadas dos egressos dos sistemas escolares num mundo de progressiva aceleração do avanço tecnológico.

Essa realidade exige como condição para a mudança não apenas a solução de problemas estruturais das escolas e a agregação de novas disciplinas ao currículo, mas também conhecimento de como se aprende e sobre o que acontece quando aprendemos, subsídio que pode ser fornecido pelas neurociências. Portanto, não é exagerado dizer que parte do baixo

desempenho apresentado por nossos alunos está relacionada a processos neurocognitivos que os profissionais da educação desconhecem ou acreditam ser pouco relevantes.

Neste artigo, relatamos uma experiência de utilização de contribuições das neurociências, da teoria de Aprendizagem Significativa, de Ausubel (2002), e da Psicogênese da Língua Escrita, de Ferreiro e Teberosky (1979), para tornar o processo de ensino-aprendizagem mais eficaz. Primeiramente, defendemos mudanças de foco nas formas de pensar e de preparar os indivíduos e, consequentemente, nos modelos pedagógicos que têm se mostrado insuficientes para atender à demanda social contemporânea de conhecimentos. No segundo momento, colocamos em destaque descobertas e contribuições resultantes de pesquisas das neurociências para melhorar a intervenção pedagógica e o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa. Em seguida, assinalamos desafios a serem enfrentados pelos profissionais da educação na caminhada rumo a um ensino-aprendizagem de melhor qualidade. Por fim, apresentamos uma pesquisa-ação realizada com alunos do primeiro ano do primeiro ciclo da educação básica.

Pressupostos teóricos

Memória e aprendizagem

Falar de memória no processo de ensino-aprendizagem provoca, muitas vezes, confusões e equívocos quanto à sua utilização. Memorizar foi considerado por muito tempo sinônimo de decorar datas, textos, nomes e fórmulas. "Afinal, eram esses os conhecimentos exigidos nas provas, nas chamadas e nos testes escolares. Com base em estudos sobre o processo de aprendizagem da criança, concluiu-se que a decoreba era inimiga da educação" (Gentile, 2003, p. 43), e esse processo complexo e fascinante do cérebro que registra, armazena e evoca cada pensamento que elaboramos, cada lembrança, cada palavra que falamos e compreendemos, cada ação que executamos, o sentido que temos de nós mesmos e a nossa relação com os outros foi confundido com repetição e deixado de lado. Entendemos que isso foi um grande erro. Segundo Squire e Kandel (2003, p. 14), a memória é "o processo pelo qual aquilo que é aprendido persiste ao longo do tempo", sendo

considerada, por diversos estudiosos, das mais diferentes áreas, a base do conhecimento e o caminho para a eficácia no ensino, se for adequadamente estimulada e utilizada.

Os estudos contemporâneos comprovam a existência de tipos específicos de memória, que se classificam de acordo com a natureza dos elementos memorizados e segundo os processos neuropsicológicos envolvidos. Embora a terminologia para designar os distintos tipos de memória seja diversificada, eles se estruturam basicamente de acordo com a duração e o conteúdo do conhecimento a ser armazenado.

Pode-se dizer que os tipos de memória que mais interessam à educação são dois: memória de curto prazo, que "se refere à capacidade de reter a informação por um período curto de tempo, desde alguns poucos minutos até meia ou uma hora" (DALGALARRONDO, 2008, p. 93) e a de longo prazo, que evoca informações e acontecimentos ocorridos no passado, sendo um tipo de memória de capacidade e duração ampla, pois parece envolver mudanças na estrutura dos neurônios (DALGALARRONDO, 2008). A primeira deve ser conhecida e utilizada como ponto de partida para o caminho da verdadeira aprendizagem, que só se consolida com a memorização de longo prazo. Esta, para acontecer, necessita de aprendizagem significativa.

Aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica

Ausubel (2002) destaca dois tipos de aprendizagem, tendo como base o conhecimento prévio do indivíduo: a aprendizagem mecânica e a aprendizagem significativa. A aprendizagem significativa pressupõe que o indivíduo possui esquemas cognitivos ordenados hierarquicamente e que os novos conhecimentos são a eles integrados de acordo com a compatibilidade que apresentarem com os conteúdos presentes nos esquemas cognitivos prévios. Os conhecimentos que formam esses esquemas são chamados por Ausubel de "subsunçores", e funcionam como uma espécie de âncora, onde os novos conhecimentos se engatam, integrando-se mais facilmente àquilo que o indivíduo já conhece.

O conhecimento significativo é, por definição, o produto de um processo psicológico cognitivo ("saber") que envolve a interação entre novas ideias logicamente e culturalmente compatíveis ou compatibilizáveis com as

ideias anteriores já ancoradas na estrutura cognitiva particular do aprendiz. É relevante saber que, nesse processo de produção do conhecimento significativo, a própria estrutura cognitiva do indivíduo também se modifica, ampliando-se, diversificando-se e intensificando seu potencial, tornando-se, assim, cada vez mais capaz de processar novas informações, ideias e dados e ancorar os resultados desse processamento num *continuum* aparentemente ilimitado.

Diferentemente disso, na aprendizagem mecânica o conhecimento é armazenado de maneira arbitrária, não se relacionando com qualquer informação prévia existente na estrutura cognitiva. Portanto, apesar de *a priori* constituir-se como "novidade" para o aprendiz ao ser mecanicamente assimilado, não integra a estrutura cognitiva existente, caindo facilmente no esquecimento. Para a integração desse conhecimento mecânico, o indivíduo despende muito esforço e tempo para assimilar conceitos que seriam mais facilmente compreendidos se encontrassem uma "âncora" ou subsunçor. Logo, compreende-se que os subsunçores se constituem como otimizadores dos processos de aquisição de conhecimentos e que uma aprendizagem duradoura só se configura como aprendizagem significativa.

Os novos desafios

Comecemos pela constatação de que o contexto internacional em que nos situamos é fortemente caracterizado por aspirações crescentes, incertezas não transitórias e acontecimentos desconcertantes. A formação de cidadãos capazes de opinar, decidir e agir de forma autônoma e com mais celeridade nesse contexto tornou-se um dos grandes desafios para sistemas educacionais do mundo inteiro.

É consenso entre os educadores que um ensino-aprendizagem de qualidade multiplica as chances de uma inserção social que supere a alienação crescente, uma das marcas fortes das sociedades tecnicistas contemporâneas. Um passo nessa direção pode ser dado se as metodologias de ensino ativarem conscientemente os esquemas mentais correlatos às aprendizagens curriculares específicas indispensáveis ao enfrentamento bem sucedido dos desafios do mundo globalizado. Então, o que fazer para acionar os esquemas

mentais já existentes em nossos alunos e direcioná-los para a aquisição dos saberes curriculares?

A década de 1990 - conhecida como a "década do cérebro" - trouxe avanços tecnológicos e ferramentas para estudar a estrutura cerebral e o seu funcionamento. As técnicas de neuroimagem possibilitaram um mapeamento do cérebro humano e trouxeram subsídios para um maior conhecimento dos mecanismos cognitivos. Esses novos conhecimentos aplicados ao campo da educação nos possibilitam saber que lidamos, predominantemente, com três estilos de aprendizes. São eles: 1) aprendizes visuais, que prestarão uma atenção particular às informações visuais, incluindo texto; 2) aprendizes auditivos, para quem as informações tornam-se mais assimiláveis pela discussão; e 3) aprendizes cinestésicos ou táteis, que aprendem melhor quando envolvem diretamente o corpo e podem precisar se "tornar" aquilo que estão aprendendo (SPRENGER, 2008, p. 33).

Sabe-se, há muito tempo, que aprendemos mais facilmente aquilo que nos possibilita satisfazer alguma das nossas necessidades básicas. Embora não seja possível estabelecer de uma vez por todas quais são as necessidades básicas de qualquer ser humano, elas podem ser agrupadas, *grosso modo*, em algumas grandes categorias. Maslow (1998), por exemplo, destaca as seguintes, entre outras: necessidades fisiológicas, necessidades de segurança, a sensação de estar inserido e ser amado, necessidade de estima, necessidade de autorrealização.

Tais conhecimentos podem ser utilizados como recursos pelos profissionais da educação na elaboração de estratégias de ensino articuladoras dos esquemas mentais que compõem os processos de memorização ampliada. Esses esquemas envolvem a passagem da memória de curto prazo para a de longo prazo.

O seu manejo apropriado proporciona a otimização do processo de ensino-aprendizagem, como mostram os trabalhos de Baddeley, Anderson e Eysenck (2011). Isso pode começar com um ensino que respeite os diferentes estilos de aprendizagem dos alunos e utilize adequadamente os novos conhecimentos sobre os distintos tipos de memória e a formação de redes neuronais. Por conseguinte, o profissional da educação precisa estar apto a

promover atividades didático-pedagógicas adequadas à ativação das áreas do cérebro responsáveis por processos neurocerebrais complexos, como a imaginação, que é básica para a inovação; a motivação, que é responsável pela elevação do entusiasmo para agir; a emoção, que é fundamental para o processo de formação e consolidação de memórias; e a atenção, que é indispensável para a formação de redes neuronais implicadas na evocação de memórias que dão suporte ao raciocínio lógico.

Opção metodológica

Ancorados nos pressupostos anteriormente descritos, realizamos uma pesquisa-ação visando avaliar a eficácia de algumas sugestões estratégicas que deles se desprendem. A nossa intervenção foi orientada por uma etnometodologia complexa aqui entendida como "o estudo das atividades estruturantes que constroem os fatos sociais da educação" (MEHAN, 1978 *apud* COULON, 1995, p. 307).

Entre as estratégias que utilizamos, destacamos algumas sugeridas por Rowe(1973), Fogarty (1997) e Sprenger (2008). São elas:

1) evitar perguntas não reflexivas, ou seja, aquelas que contribuem para uma aprendizagem mecânica, para o armazenamento de conhecimentos sem reflexão ou sem relação com conhecimentos prévios presentes na estrutura cognitiva. Essas perguntas geralmente começam com palavras e expressões do tipo "quem", "o que", "quando";
2) fazer perguntas reflexivas, pois são elas que conduzem a interações cognitivas complexas entre informações que estão sendo adquiridas e conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva. Essas perguntas geralmente começam com palavras e expressões do tipo "por que", "como", "deve", "pode" ou "que";
3) começar a aula sempre com uma história relacionada à temática que será abordada;
4) usar músicas adequadas ao tema;
5) relacionar a aprendizagem aos problemas do mundo real;
6) usar novidades instigadoras;

7) indagar os alunos sobre semelhanças e diferenças entre textos e histórias;
8) respeitar o tempo de enfoque ou tempo de concentração;
9) utilizar o tempo de espera, que se caracteriza como uma pausa dada pelo professor para que o aluno possa refletir e responder uma pergunta; e
10) utilizar incentivos verbais do tipo "o que mais", "fale mais" para manter os alunos pensando sobre uma ideia ou conceito.

A utilização dessas estratégias objetivou, em última instância, ativar determinadas redes neurais ou esquemas mentais já existentes, envolver e manter o cérebro ocupado em operações cognitivas relacionadas com conhecimentos prévios que, por isso mesmo, aumentam as chances de tornar o processo de ensino e aprendizagem mais dinâmico, rápido e satisfatório.

Intervenção e resultados

Nosso trabalho foi realizado em uma escola do agreste do Estado de Pernambuco com alunos oriundos de classes populares que habitam sítios e bairros da periferia, com situação econômica precária e pertencentes a famílias, cujos níveis de escolarização, na maioria das vezes, são inferiores ao ensino fundamental completo. Alunos com esse perfil ingressam na escola com o domínio de estratégias cognitivas próprias, desenvolvidas com base em recursos e referências do meio em que vivem e com leitura de mundo que possibilita, mesmo sem o domínio do Sistema de Escrita Alfabética (SEA) e de leitura, interpretar e contextualizar informações de modo adequado à solução de problemas do seu cotidiano.

O trabalho foi dividido em três etapas: a primeira foi constituída pela escolha da sala de aula objeto de estudo e entrevista com o professor regente da turma; a segunda pela observação de três dias alternados de aulas, que resultou num total de 12 horas, e pelo diagnóstico dos níveis silábicos sugeridos pela Teoria da Psicogênese da Língua Escrita de Ferreiro e Temberosky (1979); a terceira pela regência, pelos pesquisadores, de um total de 8 horas em uma sala do primeiro ano do primeiro ciclo da educação básica

de uma escola localizada na zona urbana do município de Cachoeirinha (PE). A turma era constituída por um total de 22 alunos.

Escolhemos a sala do primeiro ano do primeiro ciclo da educação básica porque nessa etapa de ensino ocorre um trabalho especificamente voltado para a alfabetização, portanto, no nosso entendimento, adequada à verificação de hipóteses e conceitos das neurociências associadas à teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel (2002) e seus colaboradores, e pela Psicogênese da Língua Escrita de Ferreiro e Temberosky (1979).

Escolhida a turma, realizamos uma entrevista do tipo semiestruturada com a professora regente, aqui denominada de "Alfa". As perguntas foram referentes à sua formação acadêmica, à sua prática pedagógica cotidiana e ao perfil da turma. A professora relatou que é graduada em Pedagogia pelo Programa Especial de Graduação em Pedagogia (Progrape) da Universidade de Pernambuco e fez questão de declarar que restavam apenas dois anos para sua aposentadoria, expressando sensação de alívio. Quando questionada sobre sua prática pedagógica cotidiana, declarou estar seguindo o "método construtivista" porque, esclareceu, "faz brincadeiras e conta histórias durante a aula por exigência do Projeto Alfabetizar com Sucesso do Instituto Ayrton Senna", do qual sua turma participava. Trata-se de um programa que se declara, segundo sua coordenadora no município,

> [...] de gerenciamento da aprendizagem nos cinco primeiros anos do ensino fundamental e cujo objetivo é reduzir a repetência e a evasão escolar através de práticas gerenciais e avaliações sistemáticas, de maneira a atuar previamente para que as redes de ensino não "produzam" o fracasso e consequentemente alunos com distorção idade/série.

Quanto ao perfil da turma, a professora citou como aspectos positivos a mesma faixa etária para todos, no caso, seis anos, sendo a maior parte dos alunos do sexo feminino, e a quantidade de alunos na sala, que nesse projeto não pode ultrapassar o número de 25. Como aspectos negativos, apontou a

indisciplina, a falta de acompanhamento dos pais e a heterogeneidade de níveis de desenvolvimento na aprendizagem (definida por ela como "alunos adiantados e alunos atrasados na aprendizagem"), o que exige atividades diferenciadas.

A observação

Nas observações, detectamos que a professora seguiu parcialmente o roteiro exigido pelo Projeto Alfabetizar com Sucesso:

1) acolhida, em que o professor opta por músicas ou brincadeiras;
2) leitura deleite, que explora a temática da semana;
3) correção do "para casa", que acontece em uma ficha de acompanhamento mensal preenchida pelo próprio aluno, com diferentes cores, de acordo com a realização da atividade;
4) desenvolvimento da aula, caracterizado pela exploração do conteúdo e das atividades no livro didático ou no caderno;
5) revisão do dia, que acontece de forma oral; e
6) o "para casa".

Notou-se que esse trabalho foi desenvolvido sem muita motivação, reflexão e dinamismo pela professora e também pelos alunos, que ficaram dispersos por muito tempo e entrando e saindo da sala. A música de acolhida foi a mesma durante os três dias (alternados) de observação. Somente em um dos três dias a professora contou uma história (*Fábrica de monstros*, de Rosa Amanda Strausz), cinco minutos antes de a aula começar, que não teve nenhuma relação com a temática da semana a ser trabalhada em seguida, o que pode ter contribuído para o desvio de concentração de alguns alunos durante a exploração da temática.

De acordo com Caine e Caine (1994 *apud* SPRENGER, 2008, p. 30), "o cérebro adora histórias, pois é uma maneira natural de organizar as informações". Entretanto, segundo Sprenger (2008, p. 30), "a contação de histórias precisa de algum modo ser relacionada com o tema em questão para que desenvolva conexões emocionais com o conteúdo e contribua para o processo de memorização de longo prazo", isto porque "a experiência do cotidiano e os estudos de laboratório revelam que os incidentes

emocionalmente carregados são mais lembrados do que os eventos não-emocionais" (SCHACTER, 2001, p. 163).

A correção das tarefas de casa, apesar de acontecerem individualmente, foram centradas principalmente em observações do tipo certo e errado, não acontecendo qualquer reflexão sobre os erros. Em algumas situações quando a tarefa estava errada, a professora ditava ou escrevia a forma certa para o aluno transcrever. Na correção da tarefa de casa de um dos alunos, aqui denominado de "A", que respondeu errado por não compreender a estrutura da tarefa (a qual não estava pedagogicamente compreensível para um aluno de seis anos), a professora, depois de afirmar com tom de voz alterado que isso ocorreu por falta de atenção dele, apagou as respostas e ela mesma respondeu pedindo ao aluno que fizesse igual até aprender. Depois de alguns minutos, esse aluno conseguiu concluir a atividade recebendo o visto de certo e a palavra "parabéns" escrita em seu caderno. No preenchimento da ficha de frequência, a professora fez esse trabalho pelos alunos, afirmando que muitos marcavam errado e rasuravam a ficha, permitindo que apenas alguns alunos (aqueles que sabiam) fizessem o preenchimento. Com essa atitude, a professora não permitiu o contato dos "alunos que não sabiam" com esse gênero textual e o desenvolvimento de níveis de letramento direcionados à compreensão da estrutura e função social daquele gênero.

Agindo assim, a professora desperdiçou uma oportunidade para o desenvolvimento da reflexão, que é definida por Burrows (1995, p. 346) como uma "exploração e descoberta para extrair sentido de novas informações [...] reestruturando problemas e identificando as prováveis consequências" destes. Entretanto, para que a reflexão aconteça no processo de escolarização, são necessárias perguntas reflexivas por parte do professor. Essas perguntas, como dito anteriormente, são iniciadas com expressões como "o que", "o que mais" e "fale mais", seguidas pelos tempos de enfoque e de espera. O processo de reflexão é também o que permite a procura de referências associadas ao novo material na memória de longo prazo (SPRENGER, 2008). Com os procedimentos que utilizou, a professora simplesmente estimulou nos alunos a memorização e a aprendizagem mecânica assinalada por Ausubel (2002), além de produzir uma sobrecarga da memória de curto prazo.

Na exploração da temática da semana, a professora utilizou questionamentos orais com contextualizações. Nesses momentos, os alunos se envolveram e participaram relatando fatos conhecidos ou vivenciados por eles e permaneceram bastante atentos. Isso aconteceu com a discussão da temática água, talvez porque em suas casas a falta desse recurso nas torneiras é fato constante e de conhecimento de todos. Esse momento foi muito proveitoso para os alunos, pois proporcionou uma interação significativa com conhecimentos prévios presentes na estrutura cognitiva desses sujeitos.

O proveito referido pode também ser explicado pela iminente sensação da satisfação de necessidades assinaladas por Maslow em sua teoria. Configura-se, ainda, como um processo característico da aprendizagem significativa destacada por Ausubel (2002) e da passagem da memória de curto prazo para a memória de longo prazo, realizada por meio da reorganização de redes cerebrais (SQUIRE; KANDEL, 2003). Esse último processo transforma a informação em representação duradoura capaz de ser evocada para novas conexões. Segundo Sprenger (2008, p. 164), "para a informação se transformar em memória de longo prazo, ela precisa de algum modo se tornar significativa".

Nas aulas de Português, a professora utilizou o método analítico (das unidades maiores para as unidades menores), partindo de texto exposto em cartaz para leitura. Exploraram-se prioritariamente as palavras-chave retiradas do texto e sua ortografia, inclusive na transcrição desses textos para o caderno. Em uma dessas aulas, a letra "m" e a palavra "mamãe" foram trabalhadas com enfoque diferenciado na repetição e na memorização do sinal gráfico til (~), e não na relação entre a pauta sonora e as partes escritas, ou seja, da diferenciação sonora que o til (~) provoca. Isso pode ter acontecido, talvez, porque a professora compreende o Sistema de Escrita Alfabética como a aquisição de uma técnica para o deciframento de um código e não como um sistema notacional (MORAIS; ALBUQUERQUE; LEAL, 2005).

Nas aulas de Matemática, a exploração privilegiou a resolução de cálculos escritos envolvendo adição (que ela chamava "continha de mais"), subtração (que ela chamava "continha de menos") e as formas geométricas (que ela chamava simplesmente de "formas") com o uso de material concreto. Não houve uso de situações-problemas, o que pode resultar em sérios

prejuízos para o processo de aprendizagem desses alunos. Destaque-se que estes estão na faixa etária de seis anos, momento em que a estrutura cognitiva não está adequadamente preparada para lidar com abstrações.

A capacidade de lidar com abstrações é desenvolvida e fortalecida com exercícios que impliquem identificação de consequências de fatos ou eventos antes que eles aconteçam. Isso explica a necessidade de se trabalhar com alguma referência do universo cultural concreto desses sujeitos (o que a professora fez), procedendo-se, no entanto, extrapolações para o nível abstrato (antecipação de consequências) que possam ser exemplificáveis por fatos corriqueiros da vida desses alunos ou por experimentos realizáveis por eles (o que a professora não fez). Uma possível consequência didática do procedimento utilizado pela professora pode ser o que Ausubel (2002) chama de aprendizagem mecânica e que nós habitualmente chamamos de decoreba, caracterizado por um conhecimento desancorado, fragmentado, e por isso, fácil de ser esquecido.

Em uma dessas aulas, foi trabalhado o conteúdo "formas geométricas" com a utilização de material concreto de madeira, em diferentes cores, espalhado no centro da sala para que os alunos pegassem individualmente a forma solicitada pela professora. Nesse processo, os demais alunos tentavam ajudar o colega que estava no centro, mas eram repreendidos pela professora, que afirmava que esse aluno deveria procurar sozinho, sem ajuda. Podemos perceber a vontade desses alunos de interagir durante a atividade, que explorou, principalmente, as cores e as formas correspondentes - azul e vermelho, quadrado, triângulo, retângulo e círculo -, mas sem nenhum levantamento do conhecimento prévio. A atitude da professora de impedir a interação nessa atividade foi desmotivante para aqueles que queriam participar não apenas pegando a forma solicitada por ela, mas também satisfazendo o desejo de ajudar o colega a satisfazer suas necessidades. Com procedimentos assim, bloqueia-se a satisfação da necessidade de estar inserido e ser estimado, no caso, ao mostrar o conhecimento na identificação de tais formas e utilizar esse conhecimento para ajudar outros. Nesse processo, a motivação é intrínseca, e:

> [...] quando estamos intrinsecamente motivados, neurotransmissores como a dopamina são liberados em nosso cérebro [....] isso nos proporciona o estímulo necessário para a realização do objetivo. Esses mesmos neurotransmissores são liberados quando nosso objetivo é atingido. A dopamina, o prazer químico, faz-nos desejar conseguir de novo para repetir a boa sensação. (SPRENGER, 2008, p. 25).

A revisão da aula não aconteceu em nenhum dia de observação. Verificamos que os alunos também esqueceram essa parte da rotina e não lembraram a professora. Para Sprenger (2008, p. 115), "a revisão é, na verdade, uma reconsideração da aprendizagem" e, por isso, é um momento crucial ao fortalecimento das conexões neurais existentes.

Essa etapa foi concluída com um diagnóstico dos níveis silábicos que aconteceu por meio de um ditado com um total de oito palavras, escolhidas em função de alguns critérios:

1) palavras que possibilitassem a compreensão no que se refere ao realismo nominal (por exemplo, boi e formiga);
2) palavras monossílabas, dissílabas, trissílabas e polissílabas para analisarmos como os alunos estavam grafando palavras com números de sílabas diferentes;
3) palavras com sílabas repetidas para analisarmos como os alunos, provavelmente silábico-qualitativos, estavam representando essas sílabas.

Diagnosticamos cinco alunos pré-silábicos, três em transição do pré-silábico para o silábico-quantitativo, sete em transição do silábico-quantitativo para o silábico-qualitativo e cinco alunos no estágio silábico-qualitativo. Objetivamos, com esse diagnóstico, a obtenção de dados necessários à elaboração, no período da regência, de um planejamento contextualizado, com metodologia e atividades de reflexão que contemplassem as hipóteses quanto ao funcionamento do Sistema de Escrita Alfabética e de leitura diagnosticados e ainda proporcionassem avanços cada vez maiores dessas hipóteses.

Verificamos, ainda, que alguns alunos apresentaram mais interesse pelas figuras da história contada e pelo livro didático, que pediam de forma insistente para a professora mostrar. Outros demonstraram mais interesse pelo que a professora falava ou lia e outros ainda quando eram convidados à lousa e pelo material concreto. Isso nos levou a identificar três preferências de aprendizagem:

1) aprendizes visuais;
2) aprendizes auditivos; e
3) aprendizes cinestésicos ou táteis.

Durante as aulas, essa diversidade parece não ter sido contemplada adequadamente, deixando necessidades insatisfeitas e resultando em consequências, de acordo com a teoria da hierarquia de Maslow (1998), o que pode ter comprometido a aprendizagem desses alunos.

A regência

Terminada a observação, iniciamos a etapa da regência. Fomos alertados a seguir a rotina e a metodologia exigida pelo Projeto Alfabetizar com Sucesso, descrita anteriormente. Procuramos obedecer essa norma, mas de forma diferente daquela que observamos nas aulas da professora, visto que os alunos não foram atendidos em seus estilos de aprendizagem, em suas necessidades de aquisição do conhecimento, em seu tempo de enfoque e em seu tempo de espera. Buscamos "testar" algumas sugestões apontadas pelas neurociências e descritas anteriormente por Sprenger (2008). Nossa intenção foi a de analisar, comparar e interpretar os diferentes desempenhos dos alunos durante as etapas de observação e de regência dos pesquisadores.

Partimos do princípio que os sujeitos em processo de alfabetização já possuem conhecimentos sobre a língua (FERREIRO; TEBEROSKY, 1979) e um nível considerável de letramento, sendo necessários desafios adequados para que esses sujeitos avancem cada vez mais em suas hipóteses.

Nessa etapa, objetivamos o desenvolvimento de relacionamentos, de ganchos emocionais com o conteúdo por meio do estabelecimento de relações da leitura deleite com a temática, da evocação e do enriquecimento do conhecimento prévio, contextualizações do conteúdo, uso de estímulos

adequados a cada estilo de aprendizagem, atividades com reflexão anterior e posterior à sua realização, desenvolvimento de inferências, manipulação do concreto para conduzir ao abstrato, incentivo à descoberta a partir de estratégias pessoais e o uso de desafios que alargam a estrutura cognitiva cada vez que são solucionados.

Ancorados nas teorias mencionadas, recorremos a estratégias diferentes daquelas utilizadas pela professora. Optamos pelo uso de novidades atrativas que, ao serem percebidas pelo cérebro, liberam neurotransmissores excitadores, como a endorfina, que provoca a sensação de euforia e a liberação de energia física, e também colaboram para a aprendizagem e a memória (SPRENGER, 2008).

Procuramos relacionar a alfabetização e o conhecimento matemático às experiências de vida e de linguagem dos educandos com o objetivo de favorecer o reconhecimento da relevância do conhecimento a ser ensinado e, por conseguinte, o desenvolvimento da motivação, que inclui dois componentes distintos: o gostar e o querer, que parecem envolver circuitos cerebrais diferentes, com a predominância da dopamina - o prazer químico - como neurotransmissor (MORAES, 2009) e de emoções que organizam e coordenam a atividade cerebral em áreas do cérebro que formam memórias através da amígdala, estrutura emocional na área límbica que atua como moduladora devido a sua localização no cérebro (SPRENGER, 2008) para, assim, aumentar as oportunidades de essas informações entrarem no processo de memória de longo prazo.

Para atender às hipóteses individuais quanto ao funcionamento do SEA diagnosticadas, utilizamos atividades no nível da palavra (composição e decomposição de palavras em sílabas e letras, composição de palavras quanto à presença de sílabas e letras iguais), atividades de análise fonológica (identificação e formação de rimas e aliterações) e de leitura concomitante à exploração das características e da função social de alguns gêneros textuais.

O momento leitura deleite foi iniciado com leitura da letra do Hino Nacional Brasileiro, temática da semana, seguida de música acompanhada pelos alunos nos trechos conhecidos. Música adequada ao tema ensinado pode, em muitas pessoas, evocar vínculos emocionais (SPRENGER, 2008). A

correção da tarefa de casa foi feita de forma individual e coletiva com reflexão dos acertos e erros e convites à lousa. Questionamos os alunos com perguntas reflexivas sobre as estratégias utilizadas por eles na resolução das atividades. Esse momento foi importante porque os alunos perceberam diferentes formas de realizar aquelas atividades.

No preenchimento da sistemática de acompanhamento mensal, solicitamos a ajuda de dois alunos (aqueles com mais facilidade de desviar atenção) para auxiliar os colegas na identificação dos nomes, que estavam em ordem alfabética, chamados aleatoriamente pela letra e pela sílaba inicial. Aproveitamos essa situação de contato com o gênero textual ficha de frequência para explorar o som inicial dos nomes dos alunos, a ordem alfabética, a grafia das letras, a diferença entre letra e sílaba, a estrutura e a função social do gênero e para utilizar os nomes dos alunos como referência.

Na aula seguinte, trabalhamos a família silábica da letra "p", utilizando como referência o nome do aluno Pedro e o nome do brinquedo "pião", que se caracterizaram como palavras geradoras do poema explorado. Fomos conduzidos pela necessidade da situação a aprender a rodar o pião com os alunos, inicialmente com o aluno Pedro, que fez a primeira demonstração e, por conseguinte, na aula, pois o poema trabalhado abordava a brincadeira do pião. Os alunos foram convidados à lousa para escrever a letra "p", observando sua grafia. Levantamos e exploramos, inicialmente, os conhecimentos prévios por meio das características do aluno Pedro (nome completo, idade, cor do cabelo, da pele, onde morava, se possuía um pião como brinquedo) e do material concreto pião (qual a utilidade de um pião, quanto custa, onde é vendido, quem possui esse brinquedo, qual o nome da letra com que essa palavra se inicia, quais as outras palavras conhecidas com essa letra, quais os nomes de brinquedos, frutas, nomes de pessoas que eles conheciam com a letra "p", como essas palavras são escritas).

Procuramos, com essas atividades, satisfazer algumas das necessidades descritas por Maslow (1998) em sua teoria da hierarquia das necessidades. Procuramos oferecer estímulos aos aprendizes visuais, auditivos, cinestésicos ou táteis e procuramos facilitar a organização da aprendizagem de acordo com grupos, padrões e categorias. Fizemos assim

porque "a maioria dos especialistas em memória sugere que a organização é a chave para uma boa memorização" (SPRENGER, 2008, p. 62).

No geral, aprofundamos a reflexão sobre o SEA, a leitura e a oralidade por meio das socializações, das correspondências grafofônicas a partir da identificação da letra "p" em diferentes suportes textuais, buscando estimular aspectos motores, cognitivos e afetivos unidos ao contexto sociocultural do aluno.

Em Matemática, trabalhamos a ordem dos numerais e das letras por meio dos conceitos de antecessor e sucessor. Para facilitar a compreensão dos aprendizes cinestésicos ou táteis, convidamos alguns alunos para formar uma fila indiana e questionamos quem estava na frente e atrás do aluno "A". Fazendo referência a esse exemplo, construímos o conceito de antecessor e sucessor dos numerais, que foi ainda mais explorado na resolução de situações-problema. Com isso, conduzimos os alunos à passagem do concreto para o abstrato, preparando-os para o aprimoramento do raciocínio lógico a partir de estratégias próprias, facilitando, ao mesmo tempo, a compreensão dos conceitos por meio da descoberta.

A revisão da aula aconteceu durante todo o processo de aprendizagem por meio de questionamentos orais que exigiam a organização do entendimento, resolução de situações-problema, contextualizações e identificação de semelhanças e diferenças. Esse processo possibilitou a manutenção da atenção, a reorganização das informações, a identificação e a correção de ideias e conceitos errôneos antes que fossem armazenados na memória de longo prazo.

Conclusão

Este trabalho partiu da hipótese de que os profissionais da educação necessitam conhecer as teorias das neurociências que descrevem os processos neuropsicológicos envolvidos na aprendizagem para que tenham subsídios para desenvolverem metodologias favorecedoras de ensino de qualidade e condizentes com o perfil de seus alunos.

Essa hipótese foi possível de ser testada e comprovada na pesquisa-ação, que mostrou, na etapa de observação, na sala de aula objeto de estudo,

alunos dispersos, indisciplinados, desmotivados, pouco respeitados em suas preferências de aprendizagens, pouco atendidos em suas hipóteses quanto ao funcionamento do SEA, com necessidades de afeto e segurança, desenvolvendo aprendizagens mecânicas, desancoradas, fragmentadas e com pouca interação com o conhecimento prévio. Já na etapa da intervenção dos pesquisadores, esses mesmos alunos se tornaram mais motivados, participantes, seguros, reflexivos, envolvidos com a aprendizagem, estimulados em suas preferências de aprendizagens, atendidos e desafiados em suas hipóteses quanto ao funcionamento do SEA, desenvolvendo aprendizagens com interação significativa com o conhecimento prévio.

A primeira etapa foi desenvolvida pela professora regente da turma que, em sua atuação, demonstrou desconhecimento das teorias das neurociências e, portanto, não poderia utilizá-las para potencializar as situações de aprendizagens vivenciadas pelos alunos, ainda que não desconhecesse de todo as teorias de Aprendizagem Significativa de Ausubel (2002) e a Psicogênese da Língua Escrita de Emília Ferreiro e Ana Teberosky (1979).

A segunda etapa foi desenvolvida pelos pesquisadores, que procuraram relacionar a alfabetização às experiências de vida e de linguagem dos educandos por meio de um planejamento contextualizado com uma rotina de trabalho estruturada em atividades de reflexão sobre o SEA. Foram utilizadas estratégias apontadas pelas teorias das neurociências para potencializar situações desenvolvidas com base nas teorias da Psicogênese da Língua Escrita, de Emília Ferreiro e Ana Teberosky (1979), e da Aprendizagem Significativa, de Ausubel (2002).

Sabemos que pesquisas e discussões que envolvem as teorias das neurociências na educação não são comuns, e isso talvez explique a falta de conhecimento de alguns profissionais da educação. Talvez seja esse o motivo que levou a professora a expressar, ao término das atividades dos pesquisadores, o seguinte: "gostei bastante da metodologia utilizada e percebi que isso facilitou muito a aprendizagem dos alunos. O que vi e ouvi durante as aulas vai ajudar muito no meu trabalho", reconhecendo que essas teorias podem otimizar o ensino-aprendizagem e conduzir a melhorias na qualidade da

educação. Dessa forma, os resultados deste trabalho apontam para a relevância da familiarização dos profissionais da educação com subsídios das neurociências para o processo de ensino-aprendizagem.

NEUROCIÊNCIA: CONCEITOS E DEFINIÇÕES

A Neurociência é a parte da ciência que tem por objetivo compreender os processos mentais pelos quais nós percebemos, aprendemos, agimos e nos lembramos. Ela tenta ligar molécula à mente (as proteínas responsáveis pela atividade de células nervosas individuais que estão relacionadas à complexidade dos processos mentais) (FARINA *et al*, 2006).

As Neurociências têm sido caracterizadas como um conjunto de saberes, de matriz multi e interdisciplinar, que se dedicam ao estudo do sistema nervoso central (SNC), em especial o cérebro, enfocando, especialmente, suas potencialidades para o estabelecimento de relações, tanto com o interior, quanto com o exterior (LENT, 2005; MACHADO, 2006).

Sua tarefa é explicar o comportamento em termos das atividades neurais e como toda ciência, defronta continuamente com algumas questões fundamentais, tais como: a localização das funções mentais e a possibilidade de serem compreendidos em termos das propriedades específicas das células nervosas e suas interconexões (FARINA *et al*, 2006).

Pela possibilidade de coligir diferentes abordagens disciplinares, em seus processos de investigação do Sistema Nervoso Central (SNC) as Neurociências têm importantes implicações na educação, especialmente no domínio da saúde (ESPERIDIÃO-ANTONIO *et al,* 2006).

Ela também possibilita a compreensão da humanidade porque nossos cérebros nos fazem exclusivamente humanos. Tem melhorado a sociedade porque permite a compreensão de como as crianças aprendem e também como ajudar e tratar bem aqueles que possuem distúrbios mentais. Tem melhorado a vida porque promovem tratamentos para pessoas com cérebros doentes ou lesados, medulas espinhais e nervos (FARINA *et al*, 2006).

Do ponto de vista biológico têm possibilitado a melhoria da qualidade de vida humana na sociedade contemporânea por disponibilizar tratamentos terapêuticos efetivos não somente em doenças degenerativas, mas também em quadros psiquiátricos graves como depressão, psicose, etc. Um exemplo é a utilização de pernas e braços mecânicos coordenados pelo Sistema Nervoso

Central que afetará positivamente a vida de pessoas deficientes nos próximos anos (FARINA *et al* 2006).

Segundo Santos (2006), Neurociência é o campo de estudo que trata da estrutura, função, desenvolvimento, genética, bioquímica, fisiologia, farmacologia e patologia do sistema nervoso. O estudo do comportamento e do aprendizado também é uma divisão da Neurociência.

Por meio de experimentação animal, investigadores podem inserir elétrodos em áreas específicas do cérebro e registrar a atividade elétrica de um a vários neurônios[5]. Com o desenvolvimento de ferramentas de neuroimagem não-invasivas como Ressonância Magnética, Tomografia por Emissão de Pósitrons (PET), foi possível o mapeamento de funções cerebrais em tempo real, o que vem contribuindo de forma substancial para o esclarecimento de uma série de funções cognitivas como memória, pensamento e linguagem.

Durante tarefas cognitivas aplicadas a pessoas, foi possível identificar "*online*" (diz-se de processo, ou atividade muito ágil e capaz de responder rapidamente a estímulos externos) áreas do cérebro envolvidas em processamento de cálculo, interpretação de palavras e de sons, etc. Evidências adicionais sobre como o cérebro funciona podem ser encontradas observando-se pessoas cujos cérebros foram lesados em áreas específicas como a da fala e da área motora. Na psicologia cognitiva, a neurociência utiliza frequentemente modelos teóricos computacionais que simulam o funcionamento de uma rede ou até mesmo de um neurônio (SANTOS, 2006).

Sobre a Ciência Cognitiva temos que é o estudo interdisciplinar da mente e da inteligência, abrangendo áreas como a psicologia, inteligência artificial, neurociência, linguística, e antropologia (hexágono cognitivo). Suas origens intelectuais datam dos meados da década de 1950 quando investigadores em vários campos começaram a desenvolver teorias de mente baseados em representações complexas e simulações computacionais. Na década de 1970, organizações começaram a se mobilizar, formando a Sociedade de Ciência Cognitiva e o *Cognitive Science Journal*. Desde então, mais de sessenta universidades nos EUA e na Europa estabeleceram

[5] Célula fundamental do tecido nervoso, com as propriedades de excitabilidade e condutibilidade, e que apresenta corpo celular e ramificações.

programas de ciência cognitiva e muitas outras instituíram cursos em ciência cognitiva (SILVA, 2005).

Tentativas para se entender a mente e seu funcionamento iniciaram, de acordo com estudos históricos, com os gregos antigos, quando os filósofos Platão e Aristóteles tentaram explicar a natureza do conhecimento humano. O estudo da mente permaneceu no campo da filosofia até o século 19, ocasião em que a psicologia experimental desenvolveu-se.

Wilhelm Wundt, médico alemão, foi sua maior expressão. Wundt considerava mente e corpo sistemas distintos e independentes, podendo-se estudá-los por métodos de laboratório. Em poucas décadas, porém, a psicologia experimental foi dominada pelo behaviorismo, a escola que virtualmente negou a existência de mente.

De acordo com behavioristas como J. B. Watson, seu fundador, a psicologia deveria se restringir a examinar a relação entre estímulos observáveis e respostas de comportamento. Questões relacionadas à consciência e representações mentais foram banidas das discussões científicas. O mentalismo e o introspeccionismo assumiram a caracterização behaviorista de Watson. Especialmente nos EUA, o behaviorismo prevaleceu na década de 1950, por volta de 1956, o cenário intelectual começou a mudar dramaticamente. George Miller, considerado um dos criadores da ciência cognitiva moderna, em numerosos estudos mostrou que a capacidade de pensamento humano é limitada. Ele estabeleceu que a consciência pode manejar mais ou menos dois "segmentos" de informação ao mesmo tempo. Nessa época, alguns pesquisadores estavam fundando o campo da inteligência artificial. Com a união do modelo matemático de MacCulloc e Pitts (1943) e da teoria de aprendizado de Donald Hebb (1949), foi possível nos anos de 1950 a criação do modelo de rede neural artificial chamado Perceptron. Na década de 1930, com os trabalhos de Turing já se mostrava a possível natureza computacional dos processos mentais. Nos anos de 1950, com a construção de programas de computadores capazes de provar teoremas matemáticos, a escola behaviorista foi cada vez mais sendo negada, dando lugar a uma nova teoria geral da mente, a chamada ciência cognitiva (SILVA, 2005).

A ciência cognitiva compreende a unificação de diversas teorias, embora haja peculiaridades de métodos de experimentação entre investigadores nos diversos campos que se prestam a estudar mente e inteligência:

- ✓ A psicologia, uma vez que estuda a simbologia mental;
- ✓ A linguística, porque estuda os processos responsáveis pelo fenômeno da linguagem;
- ✓ As neurociências, cujo domínio de estudo é o cérebro, órgão responsável pelo processamento sensório-motor em sistemas biológicos;
- ✓ A antropologia, porque estuda a ontologia[6] humana;
- ✓ A filosofia, domínio da lógica e da teoria do conhecimento;
- ✓ A inteligência artificial, porque estuda a criação de autômatos (SANTOS, 2006).

Após uma longa evolução, as neurociências afirmam-se, hoje em dia, como o estudo do sistema nervoso, das suas composições moleculares e bioquímicas, e as diferentes manifestações deste sistema e do tecido através das nossas atividades intelectuais, tais como a linguagem, o reconhecimento das formas, a resolução de problemas e a planificação das ações.

Esta definição remete-nos para a multidisciplinaridade que envolve as neurociências, da qual são exemplos as preparações *in vitro*[7] (associando os métodos da biologia molecular aos da engenharia genética, permitem identificar as moléculas que vão fazer com que os neurônios se "reconheçam" entre si com o objetivo de se agregarem para criar redes de conexões determinadas) e o progresso das técnicas de registro de atividades do cérebro quando da realização de condutas ou tarefas específicas.

As neurociências focam-se na investigação das alterações relativas aos nossos conhecimentos do ser vivo, das suas funções primordiais e dos órgãos e comportamentos, que são os vetores e suportes diretos das atividades intelectuais do ser humano.

[6] Parte da filosofia que trata do ser enquanto ser, isto é, do ser concebido como tendo uma natureza comum que é inerente a todos e a cada um dos seres.
[7] Que ocorre, ou que se pode observar, dentro de um tubo de ensaio; em meio artificial.

O que está em causa é, naturalmente, o saber quanto à situação particular da nossa espécie no seio do mundo biológico, as fronteiras e extensões da nossa inteligência, a questão da relação entre "mecanismos" genéticos dessa inteligência e o papel das interações ou aprendizagens (VIGNAUX, 1991).

De acordo com Caieiro *et al* (2006), o que nos convém considerar são as relações entre as ciências cognitivas como o estudo da inteligência desde as suas manifestações mais elaboradas e altamente simbólicas até ao substrato biológico dessa inteligência. Evidentemente que uma parte fundamental dessa compreensão dos nossos processos intelectuais incumbe ao sistema nervoso que as sustenta, o qual será analisado adiante.

Deste modo, finalizando as inferências sobre as concepções que envolvem as neurociências, fica evidenciado que os fenômenos cognitivos são tão tributários dos mecanismos do cérebro quanto o é a informação fornecida por um computador em relação aos circuitos eletrônicos que o formam. Portanto, o objeto das neurociências mantém-se o de descrever, explicar e modelizar os mecanismos neuronais elementares que sustentam qualquer ato cognitivo, perceptivo ou motor, havendo, portanto, uma distância necessária entre modelizações cognitivas e modelizações neurológicas: para compreender o cérebro, é tão preciso conhecer o tipo de operações que ele realiza, como os seus desempenhos (CAIEIRO *et al,* 2006).

ABORDAGEM COGNITIVA DA APRENDIZAGEM

A abordagem cognitiva da aprendizagem humana resulta da fusão da psicologia cognitiva e da Neuropsicologia experimental que vai além de integrar dados de investigação transdisciplinares sobre a cognição, ou melhor, sobre os processos de pensamento e de conhecimento que a consubstanciam.

Segundo Fonseca (2009), é óbvio que qualquer aprendizagem, seja ela simbólica ou não, envolve uma complexa arquitetura de processos e subcomponentes cognitivos, na medida em que integra uma organização articulada e integrada de processos de atenção e vigilância, de processos de integração e retenção, de processamentos sequenciais e simultâneos de dados multimodais e de procedimentos de planificação e expressão da informação.

Compreendendo como tais processos evoluem e se inter-relacionam sistemicamente no cérebro, estaremos certamente mais próximos do que são efetivamente as funções (aqui significando também capacidades, habilidades ou competências) cognitivas da aprendizagem, podendo, por esse meio, identificar os obstáculos que a bloqueiam ou prevenir as disfunções ou dificuldades (ou descapacidades) que a impedem de florescer.

O que ocorre no cérebro em termos de aprendizagem, apesar de não haver ainda possibilidades de o determinar exatamente, nem de o observar simplesmente, constitui um processo cognitivo total que lhe dá suporte.

Conforme Fonseca (2009), desde os processos de atenção e memória, sem os quais a aprendizagem não seria possível, aos processos transientes perceptivos, imagéticos, simbólicos e conceituais, passando pela resolução de problemas, até à expressão de informação e sua concomitante prestação comportamental, o que exige a rechamada e a recuperação da mesma, para além da sua fluência melódica, a suas metas sincronização e a sua metacoordenação, todos eles, no seu conjunto, ilustram necessariamente a eficácia ou ineficácia das diferentes competências cognitivas (*cognitive skills*) que a suportam.

Como é inviável penetrar no cérebro, só observando como ele capta, extrai, integra, armazena, combina, elabora, planifica e comunica informação, podemos antever se a aprendizagem ocorreu ou não. Todos estes fatores da

performance, prestação ou desempenho intelectual constituem os processos básicos da aprendizagem, processos esses que Stenberg (1998,1982,1977) distingue em cinco componentes fundamentais da inteligência:

1) Componentes de aquisição;
2) Componentes de retenção;
3) Componentes de transferência;
4) Metacomponentes de controle (envolvendo planificação e decisão); e
5) Componentes de desempenho.

Seguindo o mesmo autor, os componentes que compõem a natureza da inteligência, considerados como processos que operam sobre representações internas de eventos, de objetos e de símbolos, revelam na sua interligação dinâmica o desenvolvimento cognitivo. Na sua retrocircularidade permanente e contínua está o segredo da construção e co-construção do conhecimento.

O desenvolvimento cognitivo é, portanto, segundo Stenberg (1982), **metacomponencial, metaexperiencial e metacontextual**, revelando a inteligência como um conjunto ou coleção de competências cognitivas que podem ser diagnosticadas e ensinadas separadamente, isto é, encerra um paradigma conceitual que a relaciona com o conhecimento e a cultura. Conceber a inteligência sem a inter-relacionar com o conhecimento e a cultura é concebê-la de forma incorreta, na medida em que ela depende da informação que foi armazenada na cabeça do indivíduo e da eficácia dos processos que o mesmo utiliza para aplicá-la, daí reconhecer-se que a evidência de certas habilidades cognitivas seja considerada em algumas culturas, mas não em outras.

Para muitos autores como Haywood (1992, 1982), Feuerstein (1989, 1987, 1985), Das *et al*. (1994, 1979) todos citados por Fonseca (2009), as dificuldades de aprendizagem podem surgir de várias causas: baixo quociente intelectual (QI), fracos hábitos de estudo, autoconceito negativo, fraca atitude, conflitos emocionais, ensino pobre ou dispedagogia, falta de motivação, ou desenvolvimento inadequado de processos cognitivos que viabilizam a aprendizagem.

Os diversos subtipos de dificuldades de aprendizagem emergem na maioria dos casos dos sistemas cognitivos que temos vindo a estudar: compreendendo-os, podemos, por um lado, redesenvolvê-los e, por outro, treiná-los no sentido de preveni-los.

Com base na perspectiva de Das (1998, 1966), a aprendizagem envolve uma integridade neurobiológica e um contexto sociocultural facilitador, ou seja, um processo equilibrado e mutuamente influenciado entre a hereditariedade e o meio ou entre o organismo e o seu envolvimento.

No primeiro fator temos a respeitar a sinergia sistêmica e interiorizada dos processos cognitivos de planificação, atenção, sequencialização e simultaneização da informação, a que o mesmo autor designou teoria PASS da inteligência (DAS *et al.,* 1994, 1979). No segundo fator, o recurso, as estratégias de aprendizagem mediatizada e a aplicação de modelos de interação intencional, transcendente e significativa entre indivíduos experientes e inexperientes (VYGOTSKY, 1986, 1979, 1979b, FEUERSTEIN, 1980; FONSECA, 1996 *apud* FONSECA, 2009) visa alterar radical e exteriorizadamente as operações mentais que materializam a transmissão intergeracional da cultura e dos seus valores, da continuidade da humanidade e, em certa medida, de um modelo de organização da realidade. Neste sentido mais vasto, a cultura acaba por ser tributária das funções cognitivas a que o ser humano ascendeu e pode vir a ascender.

O ser humano, como ser aprendente, acaba por se transformar no produto das interações interiores e exteriores que realiza com os outros seres humanos, ou seja, com a sociedade no seu todo. Os outros (exemplo: mãe, pai, familiares, educadores, professores, terapeutas, mediatizadores, etc.), como agentes exteriores ao corpo e ao cérebro do indivíduo, são progressivamente interiorizados pelas suas atividades de mediatização que permitem criar a sua própria autoconsciência.

Aprender envolve a simultaneidade da integridade neurobiológica e a presença de um contexto social facilitador.

No primeiro aspecto temos que considerar a sinergia sistêmica dos processos cognitivos que estamos nos referindo; no segundo aspecto temos que considerar uma prática continuada e mediatizada, o que implica:

- Uma verdadeira síntese **psicopedagógica** para conceitualizar a aprendizagem humana, como evocou Vygotsky (1986, 1962 *apud* FONSECA, 2009). **Psicológica**, porque envolve processos de atenção, de codificação, de planificação e de expressão, subentendendo uma estrutura mental funcional e uma organização neuronal plástica, e **pedagógica** porque envolve a aplicação de estratégias de interação e mediatização sociocultural visando a promoção de automatismos cognitivos precisos e a sua mestria e modificabilidade prospectiva.

Tendo decorrido dos estudos da memória, a cognição não se pode entender sem a sua fenomenologia. Em termos elementares, a memória compreende a capacidade de relembrar e de recuperar a informação integrada e aprendida, capacidade essa inespecífica, cuja delimitação nas áreas do cérebro, não sendo tão clara como as da linguagem, é deveras difícil de determinar em termos de localização.

A memória, inequivocamente uma função cerebral complexa crucial para a aprendizagem (quem esquece desaprende), e que é ainda um "quebra-cabeças" de muitas peças para as neurociências, encontra-se distribuída por várias partes do cérebro, envolvendo complicados códigos eletroquímicos (ditos engramas). Como processo, desencadeia um conjunto de mudanças nas estruturas neuronais, desde árvores ou espinhas dendríticas até às modificações que se operam ao nível das sinapses, cuja proximidade evoca o surgimento de padrões de comunicação entre os neurônios. São essas ligações (*links*) que espelham o processo cognitivo da memória e, consequentemente, da aprendizagem.

As estruturas do cérebro que produzem a memória têm de ser usadas para que provoquem o aparecimento de padrões complexos e não o surgimento de meras estimulações localizadas, funcionando mais como uma espécie de hologramas, imagens que refrescam recoleções de informação e que evocam significações. Por exemplo, quando pensamos na palavra "gato", de imediato parece que "vemos" o gato na nossa "mente visual", podendo inclusivamente pensar em diversas raças de gato, rechamando essas imagens, porque se operou uma atividade eletroquímica no cérebro. Parecendo reais

essas imagens, devido à produção de tal atividade, são elas hipoteticamente que se transformam em pensamento e em conhecimento (FONSECA, 2009).

Embora não sendo atualmente possível compreender como tal transformação é possível, os vários modelos de memória que têm sido apresentados por insignes investigadores levaram-nos a considerar unanimemente a memória como multidimensional e multifacetada. Anderson (1995a, 1995b *apud* FONSECA, 2009) sugere neste contexto um modelo de memória que integra uma dimensão de temporalidade ativa. Segundo estes autores, a informação tem que ser recebida, ou melhor, captada pelo corpo da pessoa nas suas diferentes modalidades sensoriais (exemplo: intero, próprio e exteroceptores) e posteriormente filtrada e projetada nos analisadores sensoriais corticais (áreas sensoriais primárias corticais).

Esta primeira impressão ocorrida em milissegundos discrimina dados de informação relevantes dos irrelevantes, integrando ou incluindo uns e excluindo outros, porque ambos coexistem simultaneamente. É nesta dimensão temporal que se dá uma espécie de armazenamento de curto termo (***short-term store***), fixando ou focando ativamente a informação por cerca de cinco a trinta segundos.

Só após esta componente de retenção a dita informação passa a um nível mais elaborado e emocionalmente mais integrado de armazenamento, ou seja, a memória de longo termo, onde ela pode ser rechamada posteriormente, minutos, semanas, meses ou anos mais tarde.

Entretanto, em qualquer dos níveis de memória a informação pode-se perder, afetando consequentemente a aprendizagem.

Quanto mais importante e significativa a informação retida for para uma pessoa, mais solidamente essa informação pode ser reutilizada. Neste processo de retenção da informação, a profundidade da atividade cognitiva e do processamento posto em prática influencia obviamente a capacidade da sua recuperação e mobilização (FONSECA, 2009).

Como a informação foi processada pelo indivíduo e como ela foi cognitiva e emocionalmente ativada, mediatizada, controlada e regulada, determina a qualidade das funções da memória.

Sistemas passivos, desregulados, esporádicos e episódicos de retenção de informação têm sido substantivamente identificados em indivíduos portadores de dificuldades de aprendizagem e de atraso mental (ANDERSON, 1995 *apud* FONSECA, 2009), demonstrando o papel da memória no processo cognitivo e nos processos de generalização e de transferência proximal e distal, daí a importância da treinabilidade e educabilidade de estratégias de memória e metamemória (estratégias mnemônicas: visualizar, imaginar, verbalizar, categorizar, etc.) para a promoção do potencial de aprendizagem, um dos objetivos fundamentais dos vários programas de educação cognitiva (HAYWOOD; TZURIEL, 1992; DAS et al., 1994; FEUERSTEIN; RAND, 1977; COVINGTON, 1966; BRUNER, 1963, 1956 *apud* FONSECA, 2009).

Os estudos de memória efetuados, quer em animais, quer em humanos, tornam-se assim fundamentais para compreensão dos processos cognitivos que ocorrem no cérebro; o desenvolvimento de modelos de memória conduziram-nos a uma melhor explicação sobre o seu papel, como uma componente cognitiva imprescindível para a emergência de processos de aprendizagem ao lado de outras, como, por exemplo, a atenção, o processamento e a planificação.

Criamos conhecimento a partir das nossas experiências anteriores, formulamos planos para lidar com as exigências das tarefas com que nos confrontamos e, em seguida, decidimos qual a resposta a produzir.

Mediante o exposto anteriormente, foi possível perceber que a prática educativa não pode, portanto, ser alheia ao papel da teoria da cognição e da Neuropsicologia, na medida em que ela envolve a aprendizagem de novas informações e a promoção da resolução de problemas. Segundo Fonseca (2009), ambas nos ajudam a compreender a complexidade da aprendizagem, especialmente quando consideramos a integração do conhecimento existente ou a construção, co-construção e utilização de um novo.

Até o momento, embora muita teoria tenha sido lançada, esperamos que percebam que a cognição não se resume a simples adição da atenção, da memória, da codificação e da planificação da informação, mas antes à fusão multicomponencial e multicontextual de funções cerebrais e percebam que a

aprendizagem se apresenta envolta por um imenso e complexo evento neurológico.

O ensino de competências cognitivas ou o seu enriquecimento não deve continuar a ser ignorado pelo sistema de ensino, ora assumindo que tais competências não podem ser ensinadas, ora assumindo que elas não precisam ser ensinadas. Ambas as assunções estão profundamente erradas: primeiro, porque as funções cognitivas de nível superior podem ser melhoradas e treinadas, e, segundo, porque não se deve assumir que elas emergem automaticamente por maturação, ou simplesmente por desenvolvimento neuropsicológico (FONSECA, 2009).

A capacidade de pensar ou de raciocinar não é inata, as funções cognitivas não se desenvolvem se não forem objeto de treino sistemático e de mediatização contínua desde a educação pré-escolar até à universidade. A educação não deve apenas restringir-se ao fornecimento de grande quantidade de informação. A gênese do insucesso escolar talvez tenha a sua razão nesta assunção (FONSECA, 2009).

Os que têm inteligência para assimilar, rememorizar e utilizar a informação têm o sucesso garantido, com bons ou maus métodos, currículos ou professores; os que a não desenvolveram ou não dispõem de funções cognitivas minimamente trabalhadas têm estado irremediavelmente condenados pelo sistema de ensino.

Concordamos mais uma vez com Fonseca ao inferir que a exposição direta à informação não é suficiente para desenvolver a capacidade de pensar e de aprender a aprender, o objetivo da educação seria mais bem entendido se os estudantes fossem expostos ao tipo de informação que efetivamente podem assimilar e utilizar, tendo em atenção os seus atributos cognitivos peculiares e invulgares, respeitando o seu potencial de aprendizagem e promovendo a propensibilidade da sua modificabilidade, portanto, desenvolver o potencial de aprendizagem com programas de enriquecimento cognitivo não é uma futilidade, na medida em que o potencial não se desenvolve no *vacuum*, nem apenas por instrução convencional; para que ele se desenvolva é preciso que seja estimulado e treinado intencionalmente.

A virtuosidade cognitiva, como a desportiva ou artística, tem de ser treinada ao longo de muitos anos, pois não basta a sua predisposição inata como condição humana intrínseca, a virtuosidade não pertence só aos gênios.

O tempo que a escola dedica ao desenvolvimento do potencial cognitivo dos estudantes é diminuto, para não dizer nulo.

Para Gardner (1998), sem prática e sem treinabilidade, a virtualidade de qualquer uma das inteligências humanas não encontra a quantidade e a qualidade de experiências para se maximizar ou otimizar. O objetivo da educação não deve ser, portanto, ensinar a pensar ou promover competências cognitivas em oposição a ensinar conteúdos, mas sim ensinar a aprender a aprender como complemento do ensino de matérias ou disciplinas, dotando os estudantes com pré-requisitos cognitivos que lhes permitam aprender com mais eficácia no futuro.

A escola do futuro deve privilegiar no treino cognitivo não só formas de pensamento analítico, dedutivo, rigoroso, convergente, formal e crítico, como formas de pensamento sintético, indutivo, expansivo, divergente, concreto e criativo, interligando-as de forma harmoniosa.

A escola deve ensinar funções cognitivas que estão na base de todas as aprendizagens, simbólicas ou não: As funções cognitivas podem ser aprendidas? Com um ensino adequado e devidamente mediatizado, com prática e treino, as funções ou competências cognitivas, como as psicomotoras, podem ser melhoradas e aperfeiçoadas, uma vez que todos os indivíduos possuem um potencial de aprendizagem para se desenvolver de forma mais eficaz do que efetivamente tem feito. Não se trata de uma conjectura falsa; os inúmeros dados de pesquisa na área da educabilidade cognitiva são extremamente encorajadores, eles ditam e recomendam que mais esforços devem ser conduzidos pela escola nesse sentido; se não tentarmos, o custo e o desperdício do potencial humano podem ser incalculáveis (FONSECA, 2009).

O processo educativo, em qualquer grau ou finalidade que seja encarado, envolve sempre a potencialização das funções ou capacidades cognitivas, pois são elas no seu todo que vão permitir ao indivíduo resolver problemas e equacionar as suas soluções adaptativas, bem como se

constituem como pré-requisitos fundamentais à aquisição de novas informações sobre a natureza, a sociedade e a cultura onde vivemos.

A capacidade adaptativa a novas situações numa sociedade supersimbólica como é a atual, cada vez mais sujeita a mudanças contínuas e incertezas imprevisíveis, sugere que a educabilidade cognitiva seja uma componente prioritária e não acessória da educação, da (re) habilitação e da formação de recursos humanos, um capital intelectual futuro, que não pode ser negligenciado ou subutilizado, do qual depende o desenvolvimento integral dos indivíduos e das organizações (FONSECA, 2009).

Os pré-requisitos da aprendizagem

Para que haja aprendizagem é necessário que a criança desenvolva alguns pré-requisitos que lhe são naturais, como o desenvolvimento e a percepção do esquema corporal, a coordenação motora global, a coordenação motora fina, a lateralidade, a orientação espacial e a orientação temporal. São percepções que a criança apreende antes do período escolar (CARVALHO, 2008; BATISTA; BARRETO, 2009)

O esquema corporal refere-se à integração consciente e inconsciente de sensações, percepções, concepções, afetos, lembranças, imagens do corpo, de sua superfície aos limites de espaço e tempo e remete às experiências perceptivas, motoras afetivas e sexuais. O esquema corporal é um esquema do mundo, em contínua mutação, cujos limites ampliados têm que estar em relação com o que somente pode ser chamado de limites de espaço e tempo (BUENO, 1998).

A orientação espacial e temporal corresponde à organização intelectual do meio e está ligada à consciência, à memória e às experiências vivenciadas pelo indivíduo. É importante no processo de adaptação do indivíduo ao ambiente, já que todo ser, animado ou inanimado, ocupa necessariamente um espaço em um dado momento.

Está diretamente ligada à coordenação dinâmica global, pois as atividades humanas permitem a vivência do corpo no espaço. Aquele que não é capaz de identificar o espaço dimensional que o cerca não conseguirá se

localizar nem se fixar nesse mesmo espaço (VELASCO, *apud* BUENO, 1998, p.63).

A lateralidade faz parte dos esquemas operatórios do desenvolvimento da criança. Refere-se à percepção dos lados direito e esquerdo e da atividade desigual de cada um desses lados, visto que sua distinção será manifestada ao longo do desenvolvimento da experiência.

É uma questão neurológica. Se a orientação natural do organismo da criança for modificada, muito provavelmente, haverá uma desorganização de todas as outras funções, e a criança ficará prejudicada em ações como: percepção, orientação, ritmo e consequentemente, a sua linguagem e movimentação. Se alguma função estiver defasada, afetará outras funções (VAYER, 1982).

A atividade motora é importante desde o início da vida, pois é a evolução motora e sensitiva que permite as demais conquistas do desenvolvimento (BAGATINI, 1987, p. 144).

De acordo com Picq e Vayer (1988), a criança que não tiver conseguido a coordenação motora geral poderá apresentar ansiedade e tensão, prejudicando sua aprendizagem.

A coordenação motora fina refere-se à destreza da pessoa em realizar movimentos precisos e suaves, especialmente com as mãos e os dedos. Envolve o controle de músculos pequenos para exercícios finos como perfuração, recorte, amarrar e abotoar, ou seja, ela envolve aspectos visomotores. É a responsável pela coordenação motora na escrita (AJURIAGUERRA, 1985). Se a criança não conseguir segurar o lápis com firmeza terá problemas com a escrita.

Quanto à orientação temporal, de acordo com Le Boulch (1992, p. 71), no estágio do corpo vivido, “[...] a experiência emocional do corpo e do espaço termina com a aquisição de numerosas praxias que permite a criança sentir seu corpo como um objeto total no mecanismo da relação. Esta primeira estabilização afeto-sensório-motora é o trampolim indispensável para que a estruturação espaço-temporal possa efetuar-se”.

Você deve estar se perguntando o que esses conceitos referentes à psicomotricidade têm a ver com o processo de ensino-aprendizagem! Pois

bem, será a partir desses pré-requisitos que a criança se encontrará pronta para o processo ensino-aprendizagem, desde que sejam respeitadas as suas fases naturais de desenvolvimento. No entanto, ocorre um processo comum promovido principalmente pelos pais, que pode ser chamado de apressamento cognitivo e que é um dos fatores que podem impedir a criança de se desenvolver naturalmente, com consequências para o prosseguimento da construção do conhecimento.

O amadurecimento cognitivo

A criança tem o momento certo para iniciar sua aprendizagem formal, que depende de fatores fisiológicos, ambientais, emocionais e intelectuais. No aspecto intelectual, Piaget (1978) a situa na fase sensório-concreta, que é quando ela apresenta certa maturidade em seu desenvolvimento motor e psíquico, conseguindo pensar e raciocinar abstratamente. No entanto, nem todas as crianças amadurecem de acordo com sua idade cronológica, por isso, usar apenas o critério idade para introduzir a criança no processo de ensino é incorrer num sério problema, pois essa variável não garante o sucesso do aluno em relação às metas visadas pelos programas escolares.

Poppovic (1972) indica que se deve adotar o critério “idade mental” ao se falar em idade de início de alfabetização, que engloba a potencialidade de cada criança, a motivação para aprender, o grau de estimulação das habilidades básicas necessárias à alfabetização e as experiências adquiridas pela criança na interação com o seu meio ambiente.

Iniciar a alfabetização sem dados concretos sobre a maturidade, ou antes, que a criança esteja pronta e preparada para tal, é incorrer num grande risco, pois poderá acarretar dificuldades intransponíveis logo no início do processo de aprendizagem.

No entanto, certos pais e mesmo certos professores, ao perceberem a facilidade que a criança apresenta em aprender, tendem a apressar sua aprendizagem, sem atentar para a falta de maturidade em todos os conceitos antes mencionados. É fato que essa criança aprenderá, mas também é fato que ela poderá apresentar problemas em algumas áreas da aprendizagem e até mesmo na coordenação motora.

Vários estudiosos trouxeram contribuições importantes para o estudo dos problemas de aprendizagem. Entretanto, sobre o apressamento da aprendizagem, ainda há pouca literatura. Sendo assim, tenta-se aqui, comprovar, por meio dos problemas de aprendizagem, alguns que podem estar enraizados no apressamento induzido pelos adultos à criança.

São vários os fatores que podem interferir no processo ensino-aprendizagem, podendo manifestar-se nos aspectos orgânico, psicológico, cognitivo e social.

Conforme Scoz (2002), no aspecto orgânico, pode-se mencionar a verminose, a disfunção neurológica, o “nervosismo”, problemas de visão e audição. De acordo com a autora, quando a criança não apresentar integridade orgânica e corporal, ela pode ter problemas na aprendizagem. A perda sensorial, como a falta de audição, por exemplo, faz com que a criança se isole.

A leitura e a escrita dependem tanto do processo visual quanto do auditivo. No que concorda Fonseca (1995, p. 209): “A linguagem escrita, que depende de processo visual, sobrepõe-se à linguagem falada, que (...) depende do processo auditivo”.

No entanto, segundo Scoz (2002), as disfunções orgânicas e neurológicas são facilmente detectáveis, embora nem sempre corrigíveis. Quando detectadas, deve-se encaminhar a criança ao profissional competente.

Os aspectos psicológicos têm maiores implicações para as crianças, porque além de problemas puramente psicológicos, como os de hiperatividade, atenção, afetividade, problemas familiares e o próprio contexto escolar, podem também envolver os processos de ordem neurológica, de origem cerebral, como a lateralidade (GERBER, 1996).

Entre os problemas psicológicos pode-se citar o déficit de atenção e a hiperatividade. De acordo com Garcia (1998, p. 74), trata-se de um padrão de conduta que as crianças e adolescentes apresentam em relação à dificuldade no desenvolvimento da manutenção da atenção, controle de impulsos, assim como a regulagem da conduta motriz em resposta às demandas da situação.

Quanto à lateralidade, refere-se à preferência sistematizada (direita/ esquerda) na utilização de certos pares (mãos, olhos, pés). O principal

problema da criança na escola se dá quando a lateralização faz-se à esquerda, dificultando sua aprendizagem (GARCÍA, 1998). Combinada com outras funções, a lateralidade pode definir alguns aspectos básicos da prontidão que dá condições para o domínio da leitura e da escrita.

Embora encontremos na família o ambiente mais importante no desenvolvimento da criança nos primeiros anos de vida, onde ela aprende a brincar, a se relacionar, é também nesse ambiente que pode acontecer a indiferença dos pais quanto à aprendizagem, o que diminuía a autoestima da criança, desmotivando-a.

Via de regra, o problema do apressamento ocorre em famílias de classe média ou alta, com altos aportes culturais, cuja ambição estende-se aos filhos. A reputação de que os filhos se saem bem na escola também concorre para com o apressamento. Famílias de baixa renda e pouca escolaridade desconhecem os níveis de desenvolvimento da criança e costumam obedecer ao que é determinado pela escola. Essa afirmação está assentada na teoria de Vygosty (1989, p. 66), para quem “o desenvolvimento da estrutura cognitiva do ser humano mantém uma relação muito estreita entre maturação e cultura”. A esse respeito, Parolin (2003, p. 28) afirma que os pais promovem uma corrida “para a qual a criança não está preparada — uma corrida contra ela própria, contra suas possibilidades maturacionais”. De acordo com essa autora, as consequências podem ser várias, entre as quais, o desestímulo para a aprendizagem.

A falta de afetividade, um problema também ligado à família, compromete seriamente o desenvolvimento da criança, encontrando-se no aspecto psicológico da aprendizagem.

De acordo com Piaget (1978), a afetividade é a energia da qual depende o funcionamento da inteligência, mas não modifica as suas estruturas, quer dizer, a afetividade é capaz de desencadear novas condutas, mas não modifica as estruturas já existentes.

A escola é tão ou mais responsável pelo apressamento da aprendizagem quanto os pais da criança. Compreende-se que a vida apressada e inquieta dos dias atuais torna a escola uma necessidade. Esta, por seu turno, deve estar preparada para receber todos os tipos de crianças,

das mais desenvolvidas às menos desenvolvidas, entretanto, é na escola, muitas vezes, que encontramos o próprio obstáculo à aprendizagem, devido ineficácia das práticas, burocracia das práticas, burocracia pedagógica e inadequação dos cursos de formação de professores.

Os problemas de ordem cognitiva, chamados de transtornos de aprendizagem, apresentam-se relacionados principalmente com a aprendizagem da leitura/escrita e da matemática.

De acordo com Teberosky (*apud* SISTO *et al*., 2001), o início do conhecimento da criança, sobre a linguagem, não coincide com o início da escolaridade obrigatória e não depende do manejo pessoal da escrita. Quando ela chega à escola, já possui conhecimento da estrutura da linguagem oral.

De acordo com Capovilla e Capovilla (2003), a escrita tem representação de conceitos abstratos para os quais a criança só está preparada na fase descrita por Piaget (1978) como sensório-motora. Além disso, ela exige que a criança compreenda, conforme Parolin (2003, p. 38) "que há várias formas de se grafar a mesma letra: a de fôrma, a cursiva, a maiúscula, a minúscula e que, ainda existem as diferenças individuais na forma da escrita". Morais (1997, p. 54), complementa dizendo que "cada palavra tem uma forma característica mediante a qual pode ser recordada". Tudo isso exige um amadurecimento real da criança.

De acordo com Morais (1997), além de o escritor fazer-se compreender, a escrita requer um domínio dos movimentos das mãos, o que implica no desenvolvimento da coordenação motora fina; o respeito a ordem de sequência espaço-temporal, o que implica em estabilização da orientação espacial, tanto no esquema corporal, como no espaço papel. Jardini (2003) complementa dizendo que a escrita exige ainda domínio da lateralidade. Sem esses pré-requisitos a caligrafia será ruim, praticamente ininteligível, pois a criança não conseguirá realizar o traçado das letras de forma regular constante.

Em comparação com outros transtornos de aprendizagem, sabe-se relativamente menos acerca do transtorno da expressão escrita e sobre seu tratamento, particularmente quando ocorre na ausência de transtorno de

leitura. Existem algumas evidências de que déficits de linguagem e percepto-motores podem acompanhar esta dificuldade (GERBER, 1996).

Os transtornos da expressão escrita, de acordo com os critérios diagnósticos do DSM-IV (*apud* GARCÍA, 1998), referem-se a um comprometimento específico e significativo no desenvolvimento das habilidades de soletrar, comprometendo a capacidade de escrever corretamente as palavras por extenso.

De maneira geral, é possível verificar dificuldades combinadas na capacidade de composição de textos escritos, que se manifestam em erros de gramática e pontuação, desorganização textual, séries de erros de ortografias e complicações na caligrafia.

Mesmo que certas dificuldades de escrita, tais como caligrafia ruim ou fraca, capacidade de copiar, ou incapacidade de recordar sequências de letras em palavras comuns, possam aparecer já na primeira série escolar, o transtorno da expressão escrita raramente é diagnosticado antes do final dessa série, uma vez que a instrução formal da escrita habitualmente ainda não ocorreu até esse ponto, na maioria dos contextos escolares (SCOZ, 2002). Além dessas dificuldades, temos muitas outras como dislexia, problemas de leitura oral, problemas de matemática, daí a importância da maturidade da criança em iniciar esse aprendizado.

Ainda um problema que o apressamento traz para a criança é a falta de concentração, que implica numa dinâmica física, mental e emocional. Isso não quer dizer que a criança não seja absolutamente normal, apenas que ela não está ainda suficiente madura para enfrentar o cotidiano da sala de aula. De acordo com Vayer (1982), é aos sete anos de idade que a criança passa a possuir capacidade de atenção bastante importante para ficar muitas horas do dia em situação de aprendizagem.

A individualização perfaz outro problema do apressamento da aprendizagem. Deve-se lembrar de que, o processo ensino-aprendizagem é mediado pelo professor, na escola, e pelos pais, em casa. A criança que não tem todos os pré-requisitos para a situação escolar será incapaz de assumir responsabilidades pela sua vida de estudante e até mesmo de sua auto expressão. Fica parecendo com bolas de pingue-pongue, ora fazendo o que os

pais mandam, ora o que o professor manda, sem saber exatamente o que deve ser feito. Essa situação poderá afetar a formação da sua personalidade, tornando-se uma pessoa dependente, tímida e sem vontade própria, prejudicando todo o seu futuro. Como diz Vayer (1982), a educação deve ter em conta a realidade individual do aluno. Assim, se ele não corresponder ao ensino, é porque sua maturidade ainda é insuficiente.

Um último problema pode ser apontado pelo apressamento da aprendizagem — a interação social. De acordo com Piaget e Vysgosky, a interação social também é fator de desenvolvimento cognitivo, porque produz intercâmbio de ideias entre as pessoas. Crianças costumam inteirar-se com os seus iguais e um fator importante nessa igualdade é a idade. Se a criança de menos idade encontrar-se sozinha numa classe de alunos com idade acima da sua, ela poderá ser rejeitada. É comum assistir outras crianças dizer que "aquele ainda é um bebê" e se recusarem a deixá-la entrar no grupo. Há que se considerar que o cérebro da criança, para Vayer (1982, p. 40) "é um sistema que funciona globalmente, organizando toda a informação segundo as prioridades e lhe dando uma significação que a remaneja e a organiza num todo coerente". A rejeição do grupo poderá levar a criança a afastar-se do convívio social, desorganizando o seu funcionamento e trazendo consequências para o seu desenvolvimento natural.

Enfim, a aprendizagem é um processo natural do ser humano, mas o apressamento da aprendizagem formal não lhe traz benefícios porque, segundo Picq e Vayer (1988, p. 35-6), toda atividade exige três etapas funcionais ligadas entre si e dependentes umas das outras: "o PODER que corresponde à integridade dos órgãos motores, o SABER, que corresponde às coordenações das diversas sensibilidades permitindo a passagem ao plano psíquico, o QUERER que corresponde à consciência". Quer dizer, não adianta pais e professores terem poder de decisão sobre o indivíduo se não houver integridade entre os seus próprios órgãos para o seu desenvolvimento integral; também de nada adiantará aos pais e professores decidirem que a criança está pronta para enfrentar o cotidiano da sala de aula se ela mesma, em sua globalidade, não estiver consciente disso. O seu próprio corpo dará um jeito de não querer esse desenvolvimento.

Nesse sentido e, buscando dar continuidade à nossa proposta de analisar a Neurociência e a Psicopedagogia, frente ao processo de aprendizagem na educação, analisaremos um artigo[8] em que o autor[9] trata de alguns apontamentos colhidos durante uma pesquisa vinculada à Sociologia das Ciências, mais especificamente das Ciências da Mente. Primeiro ele realiza uma introdução ao tema da redescoberta da mente. A seguir, destaca as diferentes modalidades sistemáticas das práticas educativas e das diversificações de seus estados de mentitude. Então discorre uma consideração sobre um os resultados da pesquisa que constatou a importância do marcador somático para a memória de longa duração e, por fim, apresenta uma rápida conclusão.

[8] Publicado pela revista: Educação & Sociedade. Versão Online. ISSN 1678-4626. Educ. Soc. vol.30 no.106 Campinas jan./abr. 2009. http://dx.doi.org/10.1590/S0101-73302009000100008

[9] Gilson Lima: Doutor em Sociologia e professor e pesquisador do Programa de Pós-Graduação de Reabilitação e Inclusão da Rede Metodista de Educação do Sul - Centro Universitário IPA (Porto Alegre, RS).

REDESCOBERTA DA MENTE NA EDUCAÇÃO: A EXPANSÃO DO APRENDER E A CONQUISTA DO CONHECIMENTO COMPLEXO

> Somos complexos e inteligentes porque esquecemos, um computador é uma poderosa máquina cognitiva, mas muito menos complexa entre outras questões, porque não esquece "nunca", porque apenas computa informações e porque não tem um complexo sistema nervoso para uma aprendizagem, que efetivamente transforme seus processos em mudanças e, portanto, conquiste a aprendizagem em conhecimento. (GILSON LIMA).

Por que a mente na educação?

Este artigo é produto de uma pesquisa na área da Sociologia das Ciências, mais especificamente das ciências da mente, escrito para professores, educadores, cientistas e pesquisadores envolvidos com seus bolsistas ou para todos que, de um modo geral, lidam diretamente com a mente e os estados simbióticos de mentitude[1] no processo de aprendizagem.

As descobertas realizadas sobre a mente humana, nas últimas três décadas, incluem o mapeamento de ressonância encefálica, que estabeleceu novos substratos para o conhecimento da mente, bem como de suas modificações embrionárias e duradouras nos processos de aprendizagem.

Desde muito, os seres humanos se perguntam sobre os mistérios da mente e das possibilidades de conhecimento do conhecimento. Há uma longa trajetória do pensamento ocidental de Platão, Hegel e Descartes, em que a razão é entendida como "a faculdade essencialmente humana", até céticos que afirmaram sobre a impossibilidade de produzirmos e criarmos conhecimento.

Pensadores como John Locke e Emanuel Kant também indagaram sobre a razão e seus limites. A filosofia há muito se pergunta se o conhecimento é produzido a partir das condições *a priori* existentes no sujeito cognitivo-racional, que vai indagar o objeto, para nomeá-lo, classificá-lo, enfim, para conhecê-lo, adaptando-o às suas condições inatas. No empirismo, ao contrário, afirma-se, de diferentes modos, que o objeto produz no sujeito o conhecimento a partir das exigências que ele estabelece no seu meio. Nesse sentido, não há condições *a priori* para que haja conhecimento, mas, sim, que a razão forma-se pelo conjunto do sujeito com a realidade. A partir da ideia de que pensar era o mesmo que imaginar e que imaginar não é a mesma coisa que realidade, uma das perguntas mais intrigantes que os antigos se faziam é: onde se encontrava a sede ou o lugar responsável pela complexidade do pensar e quais serão as implicações desta sede para a conquista do conhecimento e a produção de ideias e de imaginação?

Para alguns dos antigos pensadores gregos, que são praticamente os inventores das práticas sistemáticas educacionais, o cérebro, tal como hoje o conhecemos, localizava-se no fígado. Não foi por acaso que no conhecido mito de Prometeu este teve seu castigo vinculado a dilaceração de seu fígado por uma águia.[2]

Depois, tivemos Platão, um dos grandes filósofos do Ocidente, que formulou mais uma anatomia espiritual, encontrada nos gregos antigos, que é o que entendemos hoje por mente: o *apéx*. Porém, alguns anos mais tarde, Aristóteles identificou que a ideia da existência de um cérebro não combinava com a concepção que os gregos possuíam. Séculos mais tarde, é digno de nota na história da mente, o filósofo e pensador René Descartes, principal defensor da compreensão dualista do cérebro e da mente, juntando filosofia especulativa teórica com experimentação, abria cérebros de bezerros na Holanda, tentando acomodar a alma dentro da glândula pineal.

Foi assim durante um longo período da história, em que filósofos e cientistas teceram longos debates sobre a existência ou não de um órgão responsável pela "alma" (o pensamento) e qual seria esse "órgão". Os antigos, depois do fígado, apostavam no coração, um órgão "quente", consistente e pulsátil que fica bem no meio do corpo. Aos poucos, o cérebro e o encéfalo

foram se firmando como a sede básica responsável pela imaginação, pelo pensamento e por uma imensa gama de processos, tanto de controle como de mobilização de todo o organismo, apesar de ser "frio", gelatinoso e praticamente imóvel (ZIMMER, 2004).

Será que a aprendizagem do conhecimento complexo deve restringir-se ao tratamento cognitivista das informações e dos conteúdos?

Encontramos, nos dicionários, que "cognição" é sinônimo de conhecimento. Será? Entendo por cognição apenas *um* dos processos mentais da complexidade do aprender e do conhecer. Trata-se, especificamente, do processo e tratamento informacional que envolve basicamente raciocínios complexos. Entre razão e emoção, temos um imenso caldo de possibilidades de entendimento e de reduções sobre as possibilidades de conhecimento do conhecimento, mas entre conhecimento e cognição, essas possibilidades se reduzem ainda mais.

Certamente que todo o planejamento de processos de aprendizagens simuladas, realizado por um educador, tem por objetivo sua efetiva execução. A relação entre os planos de ensino e a execução dos mesmos não tem sido muito considerada. Mapeamos e destacamos alguns dos itens mais significativos encontrados no planejamento dos educadores para realizarem suas práticas educacionais de ensino, de instrução, de informação e de conhecimento do conhecimento, a saber:

1. De apresentador de dinâmicas informacionais e de conteúdos, para a memória de longo prazo;
2. De execução procedimental, para a realização das atividades de aprendizagens visando à construção de conhecimento;
3. De avaliador de desempenho, ou seja, de evocação de memória de longo prazo;
4. De motivador.

De todos os quatro itens mapeados, o que recebe menos importância nos planejamentos das práticas formativas dos educadores é o do seu papel de motivador. Pesquisas neurocientíficas descobriram, há mais de duas décadas, que, no nível molecular, sem emoção não existe uma aprendizagem complexa,

sobretudo de longo prazo.[3] Isso implica, sobretudo, mudança qualitativa na importância da motivação, dos estímulos ambientais e da cinética corporal, tanto dos estudantes como dos educadores, para a construção e conquista do conhecimento complexo na aprendizagem (MORIN, 1987).

Alguns educadores, já há algum tempo, têm indicado e discutido sobre a significação das emoções na aprendizagem (RESTREPO, 1998; DE MASI, 1997). Também foi muito importante como um marco histórico para este debate entre os educadores o livro de Humberto Maturana (1999), intitulado *Emoções e linguagem na educação e na política*.

O processo de conhecimento do conhecimento tem na mente sua mais significativa sede de relações e teias para sua efetivação. É interessante que microprocessos moleculares gerem: atenção, memória, cognição, emoção, transportes químicos envolvendo dinâmicas moleculares e celulares (BRIZENDINE, 2006)[4] e também mobilizem micromovimentos corpóreos provenientes das descargas bioeletroquímicas nas conexões realizadas nos processos informacionais e comunicacionais. Esses microrritnos corporais são expressões de microprocessos celulares que se manifestam e também podem ser devidamente detectados no macroplano da realidade como microcomportamentos ou mais precisamente como *microrhythms communicatives* (CONDON, 1982, p. 53-76).[5]

Hoje, já sabemos que numa comunicação oral, por exemplo, ocorrem trocas de linguagem, não apenas entre o que se diz e o que se escuta, mas em microlinguagens corporal, química e emocional interpostas em múltiplas camadas simultâneas, num vaivém de incessantes microrritimos. Os estudantes escutam, o professor também. Interrompem, gesticulam. Motivam-se e se desmotivam. Interessam-se e se desinteressam. Produzem e reproduzem graus variados de participações, atuações, passividades e apatia, capturados pela sensibilidade que dá uma imensa importância aos detalhes considerados "insignificantes" de uma intensa *sincronia interacional* (GLADWELL, 2002, p. 79-83).

Nossas recentes pesquisas, aplicadas através de diários de campo sobre diferentes práticas de aulas teóricas no ensino superior, revelaram que, além dos microrritmos corporais, não são apenas os microgestos que se

padronizam, mas o ritmo da conversa também tende a se harmonizar. Quando surgem interações entre educadores e estudantes provocadas por uma exposição teórica, até mesmo o volume e o tom das conversas se equilibram. O que chamamos geralmente de frequência da fala - número de sons da fala por segundo – se *equaliza*.[6] Trata-se de inúmeros processamentos ativos na aprendizagem, que é também metacognitiva. Isto é muito importante para a consolidação da aprendizagem, para uma expansão do conhecimento, ou seja, é necessária a criação de múltiplas e diferentes relações para que os estudantes experimentem e realizem conexões adicionais. O cérebro também aprende muito diante de um estado de mentidude, de concentração apropriada, mas aprende também, e muito, com o que ocorre *na periferia dessa metaconcentração*.

É isso que, ao criticarmos o cognitivismo informacional reinante na aprendizagem escolar, advogamos em prol de uma complexa aprendizagem, visando à expansão do conhecimento metacognitivo. Não queremos anular a importância da cognição informacional, apenas interrelacioná-la de modo complexo a uma aprendizagem de inteligência múltipla. Queremos ir além da cognição de uma metacognição, incluindo a reflexão e a análise relacional de temas interpessoais e aprendizagem emocional envolvida em motivações e estímulos afetivos, bem como na realização de movimentos mais flexíveis do corpo, potencializando mais ainda a inteligência cinética.

Três modalidades de aprendizagem escolar e a diversificação de estados de mentitude

Consideremos três grandes modalidades existentes na aprendizagem e o modo como elas influenciam (disparam ou reprimem) as potencialidades nos diferentes estados de mentitude: modalidades de aulas teóricas, de aulas experimentais e de aulas demonstrativas.

Modalidade de aulas teóricas tradicionais

Salas de aulas tradicionais que, geralmente, envolvem procedimentos de exposições orais, dialogadas, recursos visuais e audiovisuais, tais como ilustrações, para a reflexividade teórica almejada.

O que um professor ministra numa aula teórica costumeira, tradicional, é, sobretudo, uma comunicação que interage numa espécie de super reflexos, envolvendo habilidades fisiológicas fundamentais, das quais mal temos consciência e que algumas pessoas dominam melhor do que outras. Foulcault, nas décadas de 1980 e 1990, chamou a atenção dos educadores para a importância do enclausuramento disciplinar e das práticas educacionais como práticas de poder disciplinar (FOULCAULT, 1979, 1987).

Parte do que significa ter uma personalidade forte ou persuasiva, portanto, é ser capaz de fazer os outros entrarem no seu próprio ritmo e ditar os termos da interação. Podemos dizer que a eficácia de uma aula teórica pode ser medida pelo nível de confiança em uma frequência detalhada que se expressa numa meticulosa dança microrrítmica.

Então, se somos professores, mesmo há dezenas de anos, podemos então também começar a nos considerar maestros de microrritmos corporais, pois, quando ministramos uma aula, somos também dançarinos e, sejam quais forem os conteúdos de nossas aulas, estamos também ministrando, de algum modo, uma sofisticada aula de dança.

Nos processos de ensino-aprendizagem, os estados de mentitude são condicionados, potencializados e despotencializados de acordo com mobilizações de recursos humanos e físicos, estímulos ou desestímulos estéticos utilizados para a realização de diferentes práticas de sistematização do ato de aprender.

Na educação formal da sociedade industrial, as salas de aula são montadas como se fossem um casulo, do tipo de uma armadura medieval, visando a limitar e a moldar o corpo e a mente, a fim de tornar-se uma modesta máquina cognitiva, para o mundo do trabalho (LIMA, 2007).

Figura 1

Na educação formal da sociedade industrial, as salas de aula são montadas como se fossem um casulo, do tipo de uma armadura medieval, visando a limitar e a moldar o corpo e a mente, a fim de tornar-se uma modesta máquina cognitiva, para o mundo do trabalho (Lima, 2007).

Figura 2

Conexão de sentidos, mobilização do corpo (cinética redutora – concentração). Estados de mentitude que envolvem oralidade, escrita, atenção focal (olho) (Lima, 2007).

Modalidade de aulas experimentais

Com ambientes e recursos organizados para a possibilidade de realização de experimentos. Geralmente, são laboratórios e oficinas para um aprendizado através de experimentações.

Figura 3

Conexão de sentidos, mobilização do corpo (cinética ampliada ao toque e mais movimentação corpórea) e estados de mentitude que envolvem oralidade, escrita, atenção focal (olho), tato, sentidos diversos (Lima, 2007).

Modalidade de aulas demonstrativas

Nesta modalidade, a experiência de aprendizagens dos estudantes é direcionada a meios e recursos capazes de demonstrar um ou mais determinados conhecimentos. Podem envolver, também, recursos visuais e audiovisuais como ilustração do conhecimento em demonstração.

Figura 4

Conexão de sentidos, mobilização do corpo (cinética ampliada concentração, tato, movimentação corpórea). Estados de mentitude que envolvem oralidade, escrita, atenção focal (olho), tato, sentidos diversos (Lima, 2007).

Nossas pesquisas sobre a criatividade aplicada na aprendizagem, em 2004, já revelaram a importância da experimentação ainda pouco valorizada nos padrões educacionais brasileiros, sobretudo no âmbito do ensino básico. Pesquisas recentes na Itália descobriram que a elevada produtividade criativa dos renascentistas estava vinculada a um tratamento muito singular e significativo da aprendizagem experimental: a *bottega.*

Bottega era uma espécie de oficina, uma habitação de um ou mais cômodos, na qual um mestre ao mesmo tempo morava e trabalhava, desenhando, esculpindo, pintando, modelando, fundindo suas obras (DE MASI e FREI BETTO, 2002). Apenas a cidade de Florença contava, na época do Renascimento, com mais de cinquenta *bottegas.* Michelangelo, Donatello, Leonardo e Botticelli, entre outros, foram formados em algumas dessas *bottegas*, ou seja, oficinas, um tipo de laboratório de experimentações.

Os mestres, em geral, separavam o aprendizado experimental em ambientes de *bottega* do aprendizado teórico em ambientes conhecido como academias (salas de aulas teóricas). O interessante é que eles migravam de um ambiente para outro com grande flexibilidade, diante de desafios colocados pelas descobertas e pelo aprendizado conquistado.

A grande novidade da metodologia pedagógica inventada na Itália renascentista, que produziu um número significativo de grandes artistas, intelectuais e cientistas, foi operada pela sagaz combinação entre a oficina (laboratórios especializados na modulação da aplicação do conhecimento) e a academia (com lugares especializados na aprendizagem reflexiva do conhecimento complexo).

O trabalho de Marian Diamond (1991) foi pioneiro, ao demonstrar que ratos que estavam em ambientes mais ricos e tinham jaulas mais arejadas, mais atenção, mais chances de brincar livremente ou de pular sobre obstáculos, apresentaram um maior crescimento de células cerebrais. Quando os cérebros desses ratos foram comparados com os dos ratos que estavam em jaulas escuras, isolados e que não tiveram oportunidade de brincar, os resultados apontaram modificações corticais para os ratos de ambiente rico, os quais tinham um número maior de células encefálicas, conhecidas como *gliais*, apresentando, também, um número maior de conexões celulares.

Durante décadas, fisiologistas se concentravam nos neurônios como os principais comunicadores do cérebro, mas as pesquisas recentes evidenciam cada vez mais que também as células gliais, muito mais numerosas que os neurônios no cérebro, desempenham um papel muito mais importante do que se imaginava (FILDS, 2004).

Os ambientes de aprendizagem precisam ser devidamente planejados para possibilitar estímulos estéticos capazes de minimizar as ameaças e estimular a sensibilidade e o aconchego, permitindo organizar novos desafios e conquistas do conhecimento aos alunos. Se possível, em grupos reduzidos, onde se verifica o aumento da participação, a expansão da personalização e da individuação[7] e da ação coletiva, bem como, e consequentemente, do rendimento de todos.

Também como educadores, devemos preparar as instruções informacionais, mas, antes, precisamos nos preparar também para um ambiente favorável à supressão das ameaças que interfiram negativamente no grupo de aprendentes. É necessário que estabeleçamos um clima que favoreça ao máximo os estados de mentitude microcerebrais, que chamamos de *alerta relaxado*. Por exemplo, não avisarmos que vai haver uma prova. Não temos que fazer uma lista de verdades objetivas, que sejam certas ou erradas. Os resultados das atividades devem estar sempre em aberto e tudo o que delas resultar tem valor. Porém, uma conquista do conhecimento é, antes de tudo, uma conquista de desafios. Assim, remover a ameaça não é o suficiente; temos que lançar os desafios.

Algumas considerações sobre o marcador somático na memória de longa duração

O neurocientista Antônio Damásio demonstrou a importância do estado somático (emocional) para a evocação das memórias, o que ele denominou de hipótese somática da aprendizagem (DAMÁSIO, 1996). Hoje, quase nenhum neurocientista nega a hipótese somática para a memória, invertendo a máxima de Descartes, ou seja, para um conhecimento de longo prazo, existir é preciso sentir, tal como: "sinto, logo existo".

No plano macrocomportamental, testamos essa hipótese somática perguntando sobre um evento de alta densidade emocional que é relacionado a uma lembrança para alguém. Realizamos diversas entrevistas (2007) e testamos a hipótese somática com uma dezena de professores e estudantes universitários de diferentes gêneros, idades, cursos. Perguntamos se lembravam do momento em que receberam a notícia sobre a queda das torres

gêmeas, fato que ocorreu nos Estados Unidos, em 11 de setembro de 2001. Verificamos que 100% deles lembravam e que a quase totalidade dos entrevistados lembravam, inclusive, o que estavam fazendo logo após o momento em que receberam essa informação.

Perguntamos, também, como é que eles explicavam essa lembrança depois de quase seis anos do acontecido. Em geral, responderam que era porque foi algo muito "significativo", "impactante", "espetacular", "chocante". Como traduzir significativo, impactante e espetacular nesse contexto? É simples: como algo de elevada intensidade emocional. Suas mentes já detectaram, desde o início, que se tratava de uma informação de longo prazo. Trata-se de um acontecimento de tal monta, de elevada carga de intensidade emocional, que o interior de nossa mente é tomado por processos moleculares bioquímicos, que enviam mensagens para todos os recantos do cérebro, formando uma supermemória de longo prazo ou superpotencialização de longa duração (LTP).

Assim como já foi demonstrado a nível molecular em experimentos laboratoriais por neurocientistas (IZQUIERDO, 2006), também pudemos verificar, no âmbito macrocomportamental da aprendizagem, que, efetivamente, não existe aprendizagem molecular de memória sem envolvimento de emoção, e quanto maior a intensidade da significação emocional, maior será o poder de evocação e da expansão do conhecimento natural e da conquista do conhecimento de longo prazo.

Em âmbito bem geral, os cientistas da mente apresentam diferentes tipos de memória (de curta e de longa duração, operacional, subjetiva, explícita e implícita, episódica e semântica, sensorial, motora, visual-espacial, linguagem e verbal). Para nossos fins, vamos sintetizar em dois os diferentes tipos de memórias: as declarativas e as não-declarativas. As memórias não-declarativas incluem uma grande família de diferentes capacidades de lembranças e evocações, que compartilham uma característica particular. São um tipo de memória que envolve diferentes habilidades motoras e sensórias, hábitos e aprendizados emocionais, assim como toda a forma de aprendizado reflexo (não reflexivo), tais como a habituação, sensibilização e condicionamento clássico e operante. As memórias não declarativas envolvem

um tipo de conhecimento reflexivo, mas que não exige reflexão, sobretudo, no processo de sua evocação.

Vejamos! Um dia, quando você ou algum conhecido seu iniciou o aprendizado de andar de bicicleta, você teve que envolver uma grande intensidade emocional, muita atenção e uma elevada dose de consciência no processamento de cada um dos micros ritmos dessa aventura cinética. No entanto, à medida que andar de bicicleta tornou-se uma prática habituada, as tarefas para isso foram armazenadas na sua mente ou na de seu conhecido como memória não declarativa.

As memórias declarativas são diferentes das não declarativas, principalmente por envolver alguma imaginação simbólica reconstrutiva a ser declarada na evocação de sua lembrança (eventos, nomes, conceitos...). Tentemos recordar um nome de um amigo, de uma escola, de um conhecido. Trazer à tona o rosto dessa pessoa, sua voz, sua maneira de falar e suas lembranças conectadas a eventos significativos, tudo isso envolve, de algum modo, na sua evocação, alguma imaginação e uma efetiva reconstrução de cenas ou eventos que ocorreram. Quanto mais longínquo for o tempo em que ocorreu a lembrança, certamente, maior será o grau de significância e intensidade emocional que depositamos nela.

Pensamos agora em três os tipos de memórias declarativas: as *memórias de trabalho,* que utilizamos para entender a realidade que nos rodeia e que são também importantes para formar as outras memórias declarativas; as *memórias de curta duração* ou de curto prazo, que duram segundos, minutos, no máximo horas; e as *memórias de longa duração* ou longo prazo, também chamadas de memória remota e que duram dias, anos ou décadas.

Nas escolas e, sobretudo, nas universidades, lidamos de modo significativo com as memórias declarativas e, mais efetivamente, as de longo prazo para a expansão do conhecimento. No entanto, fazemos isso, infelizmente, sem muita clareza da importância, por exemplo, do conteúdo emocional para o processo de conquista da memória de longo prazo para a efetiva expansão do conhecimento natural.

No entanto, parece que os sistemas escolares de aprendizagem ainda não se deram conta da importância de tratarmos as emoções na experimentação do próprio aprender (MATURANA, 1999). Ao entrar nas salas de aula, nossos sistemas de ensino induzem os estudantes a fecharem também os portais somáticos, não apenas as portas do mundo vivido, mas, também, ao exercício da aprendizagem de suas próprias emoções para a expansão do conhecimento. As emoções estão então abrigadas, separadas e até mesmo colonizadas pela razão. Como educadores, não fomos sequer preparados em nossa formação para realizarmos uma educação das emoções nas escolas. Tivemos que nos virar para lidarmos com nossas emoções sempre que podíamos, mas estávamos solitários nessa missão, éramos, e ainda somos, artesãos entregues ao autodidatismo emocional.

Quais são as implicações da negação do processo somático para práticas escolares que visam à expansão do conhecimento?

As ciências da mente já demonstraram que o aprendizado emocional é um pressuposto-chave para a obtenção de uma efetiva memória de longo prazo. O grave disso é que, para a mente envolvida num evento situacional de aprendizagem, uma memória de longo prazo já deve nascer moldada para efetivamente ser considerada uma memória de longo prazo, e uma memória de curto prazo já nasce também moldada a se tornar uma mera "decoreba" morta, sem vida frente a uma almejada expansão do saber e de conquista do conhecimento, num determinado evento de aprendizagem.

É vital, para a expansão do conhecimento natural, a interligação entre a complexidade emocional e a racional. Educar para a emoção é importante, pois também a própria emoção pode não ajudar e, muitas vezes, não ajuda na conquista do conhecimento complexo.

O problema da não aprendizagem das emoções ligadas ao aprendizado da expansão do conhecimento vem de uma limitação histórica. Certamente que a conquista histórica da razão pelos humanos é de uma façanha tal, que chegamos a pensar que ela é praticamente inata frente aos outros seres. Muitos chegam a pensar que a razão não é uma invenção histórica de nossa evolução, mas algo tido como inato, ou seja, os seres

humanos são racionais por filogenia. Por isso, criamos uma civilização, uma civilidade baseada na razão.

Nesse sentido, as emoções não são entendidas como significativas para o processo de aprendizagem complexo. As emoções pertencem ao universo da não racionalidade, da barbárie não-racional, a qual temos que enfrentar e, sobretudo, vencer, para nos civilizarmos; algo assim como uma expressão evidentemente humana, mas um tipo de expressão primitiva, quando não meramente negativa.

Emoção e razão são fundamentais para a expansão do conhecimento. Encontramos, em dicionários, conceitos de emoção como sendo um abalo afetivo e, de razão, como raciocínio, julgamento. Lidamos com conceitos reducionistas a todo momento, mas sabemos que razão e emoção não são bem isso, mas não sabemos defini-las com precisão.

As emoções envolvem sempre três aspectos: (1) sentimento, que pode ser positivo ou negativo; (2) comportamentos motores, característicos de cada emoção; e (3) ajustes fisiológicos correspondentes. As regiões neurais envolvidas são, geralmente, reunidas em um conjunto denominado sistema límbico, que agrupa regiões corticais e subcorticais situadas, principalmente, mas não exclusivamente, nos setores mais mediais do encéfalo. Tomemos, como exemplo, o medo. Inegavelmente, uma expressão emocional vinculada às nossas entranhas, mas que é fundamental para a sobrevivência de nossa espécie.

O *medo* é uma experiência subjetiva, que surge quando algo nos ameaça e provoca em nós comportamentos de fuga ou luta, ativando o sistema nervoso autônomo, de modo a garantir o dispêndio súbito de energia que se segue para a sobrevivência ameaçada. São mecanismos entranhados, quando somos ameaçados ou sobrepujados, visando garantir a nossa sobrevivência ou da espécie.

As emoções positivas, porém, são pouco conhecidas até mesmo pelos cientistas da mente e podemos defini-las, mas ainda não é possível atribuir-lhes uma base neural segura. Uma abordagem reducionista da emoção acabou por entender os aspectos apenas negativos da emoção, não permitindo verificarmos, nas atitudes e práticas, o envolvimento positivo da emoção para a

expansão do conhecimento e a predominância marcante das emoções entre um estado de mentitude sobre o outro nos processos de aprendizagem.

A razão e a emoção são aspectos genéricos de um mesmo contínuo e expressam as mais sofisticadas propriedades do cérebro humano. Como parte dessa continuação, podemos destacar no extremo racional, operações como o pensamento lógico, o cálculo mental e a resolução de problemas; na ponta emocional, o medo, a agressividade e o prazer. No meio, uma infinidade de possibilidades: o comportamento socialmente determinado (ajuste social), a apreciação e a criação artística, a tomada de decisões, o planejamento de ações futuras. Um contínuo infinito é o que chamamos de estados simbióticos de mentitude.

Palavras finais

É importante considerarmos, no entanto, que a imersão para uma efetiva aprendizagem, com vistas à expansão do saber e à conquista do conhecimento, encontra-se significativamente envolvida em condições consolidadas de um *poder saber* disciplinar do corpo e da mente cognitiva para o mundo industrial do trabalho.

O processo de redescobrimos a mente na educação não se trata apenas de uma mudança no paradigma da macroconcepção pedagógica da educação industrial. Precisamos de novas práticas, novos estímulos estéticos e ambientais, novas dinâmicas de modelações criativas do aprendizado, visando não a mera disciplinarização do corpo e da cognição, mas a efetiva expansão ampliada do saber cada vez mais envolvido numa sociedade que acelera o acesso e a produção da informação e do conhecimento. Dinâmicas de um aprender a saber que valorize a própria experiência desse mesmo saber, um poder aprender. Estamos chamando esse processo, provisoriamente, de *pedagogia do acontecimento*.

Certamente que isso implicaria vivermos um evento de aprendizagem, não meramente como um fato, uma data, um conteúdo ou um programa apenas planejado, mas como um acontecimento. Os fatos comuns são ordenados no tempo, dispostos em sequência como uma fila. Ali, eles têm seus

antecedentes e suas consequências, que se agrupam, pisam nos calcanhares uns dos outros, sem parar, e sem qualquer lacuna (SCHULTZ, 1994).

A vida sempre nos chamou para que tomemos por inteiro os acontecimentos. Para mergulharmos profundamente nos acontecimentos, precisamos que desassosseguemos do sossego funcional dos fatos. Porém, para tomarmos por inteiro os acontecimentos do mundo, precisamos também viver, acontecer também no mundo. Os acontecimentos envolvem, antes de qualquer coisa, mudanças na maneira de pensarmos o mundo. Caso queiramos nos reunir para planejar um novo acontecimento no mundo, antes de ele mesmo acontecer, não podemos esquecer que deveríamos, primeiro, desassossegarmo-nos de nós mesmos.

A expressão "desassossego de si mesmo no mundo" foi pensada por Fernando Pessoa e nos parece interessante aqui, pois "desassossegar de si no mundo" implica uma perturbação (Pessoa, 2001). Mas não uma perturbação qualquer e sim uma perturbação existencial, que inquieta profundamente nossas certezas. Trata-se de um desassossego profundo, íntimo, num milímetro, que termina quando sinto que não esqueço o que sinto e que, pouco a pouco, vai impondo-se e me torna cada vez mais apto ao novo e à inesperada emoção do acontecer (LIMA, 2005).

Concordamos com os neurocientistas, quando eles afirmam que processos individuais e coletivos de aprendizagem envolvem também as relações e as associações entre uma ou mais moléculas e que os mecanismos cerebrais da memória e da aprendizagem estão também associados a microprocessos neurais responsáveis pela atenção, percepção, motivação, pensamento e outros processos neuropsicológicos, de forma que perturbações em qualquer um deles tendem a afetar, indiretamente, a aprendizagem e a memória.

Porém, a simbiose da aprendizagem é muito complexa e vai desde o nível quântico molecular ao microfísico corpóreo e comportamental, em nível individual e coletivo.

Em educação, é preciso que os estudantes tenham experiências ricas, estímulos estéticos e ambientais e, para isso, temos que lhes dar tempo e oportunidades para compreenderem suas experiências e para conquistarem os

desafios e o conhecimento complexo. Eles precisam ter oportunidade para refletir, para ver como as coisas se relacionam. Uma das mais ricas fontes de aprendizagem provém de uma pedagogia que acontece na experiência, uma pedagogia evolvida intensamente no acontecimento do aprender a aprender, para efetivamente expandir o saber, o conhecimento.

Assim, reduzirmos o processo de aprendizagem e do conhecimento ao acesso, à produção e à evocação da informação e do tratamento da informação meramente cognitiva é, no mínimo, muito simplificador. Desde o final do século XIX e de modo mais intenso com o surgimento da informática e das ciências cognitivas no século XX, a *cognição* foi geralmente compreendida como o espírito ou a própria materialização da inteligência ou do conhecimento (ANDLER, 1992; GANASCIA, 1996). Ou seja, reduzimos a expansão do saber e a conquista do conhecimento ao processo mental que envolve o sistema de tratamento da informação.

Praticamente, a cognição virou um objeto de síntese de muitas áreas do saber científico, que organiza numa estruturação híbrida de saberes, que se convencionou chamar de *ciências cognitivas*, ou, como pretendem alguns, de uma espécie de ciências das ciências ou uma "big ciência" (POMBO, 2004, 2006).

Um dos problemas das ciências cognitivas, diferenciadamente da maioria das abordagens dos neurocientistas, é que a mente não é apenas computacional.

A informática deu as bases para a consolidação das ciências cognitivas, que tem sua importância, mas também seus limites na compreensão sobre os processos de mentitude. Na verdade, consideramos até mesmo a informática como um campo específico e significativo do que se convencionou a ser chamado, no plural, de ciências cognitivas. Os cognitivistas, em geral, não gostam da explicitação desse vínculo, que demonstra claramente os seus modelos reducionistas da mente humana. A própria neurociência, que, em geral, desconstituiu a abordagem reducionaista da mente computacional, acabou também por dar uma ênfase muito maior a suas pesquisas sobre a dimensão computacional da mente. Basta verificarmos, por exemplo, a importância que foi dada até agora às pesquisas neurofísicas

das células neuroniais - que são cerca de 100 bilhões -, em comparação com a pouca importância que foi dada as células gliais, que existem em quantidade dez vezes maior do que os neurônios no mesmo cérebro humano (LENT, 2004; FILDS, 2004).[8]

Isso tem implicações ainda mais profundas nas práticas educacionais e na compreensão sobre a complexidade da conquista do conhecimento do conhecimento. Por exemplo: a redução do conceito de linguagem ao da linguagem computacional; a redução da linguagem filogenética dos processos mentais ao da linguagem léxica e aos símbolos lógicos; a redução do conceito de memória ao da abordagem computacional binária ou de algoritmização; a redução da comunicação à informação cognitiva, esquecendo-se da comunicação química e emocional.

Assim, alguns educadores acabam por repetir a mesma redução dos conceitos de inteligência e de aprendizagem realizada pelos cognitivistas da informação computacional e da inteligência artificial (LIMA, 2005). Por exemplo, assim como para a informática bastaria aprendermos a programação binária para decifrarmos a linguagem da vida e da mente, para alguns educadores, ensinar a distância nossos jovens, através de sofisticados suportes de máquinas cognitivas informacionais, seria suficiente para a bioexpansão do saber e para a conquista do conhecimento complexo. Assim, ao manipularmos de modo eficaz imagens e símbolos em uma tela de computador, quase que estaremos aptos a sermos efetivamente educados, adquirindo o conhecimento necessário para a vida em sociedade.

Também encontramos nas ciências da mente, sobretudo, na neurologia do comportamento, abordagens de aprendizagens comportamentais muito limitadas e reduzidas à escala micro e neuromolecular, onde a identificação dos processos de ação e reação neurobioquímicas da aprendizagem, entre outras questões, deixa de fora significativos macro e microprocessos envolvidos na dinâmica vital da aprendizagem, como, por exemplo, a dobra sociológica de todo o comportamento biológico. Uma abordagem que temos chamado de simbiogênica, em homenagem ao microbiologista Lynn Margulis (LIMA, 2005).

A idéia de uma dobra dos planos de realidade em micro e macro implica pensarmos a aprendizagem de modo complexo, ao invés de verificarmos corpos, objetos, dados, células e trocas se desdobrando. Deleuze também opera com o universo conceitual de Leibniz e joga com a palavra latina *plica* (dobra). Dobrar-desdobrar não significa simplesmente tender-distender, contrair-dilatar, mas envolver-desenvolver, involuir-evoluir (DELEUZE, 1991).

Isso pressupõe que os estados de mentitude operam nas singularidades microcerebral, macroindividual, comportamental e na dimensão macrossocial, numa complexa simultaneidade da complexidade. Por isso, precisamos de uma pesquisa que se opere de modo multidisciplinar no diálogo da educação com as ciências da mente, no plural.

Os neurocientistas se limitam muito à dimensão do comportamento individual e social, de âmbito micromolecular. Os educadores, sociólogos e filósofos da mente, com algumas exceções, se concentram mais no plano do macro comportamental.

Hoje, já sabemos que a mente é um grande organismo de secreção. Processa muito e secreta tudo o que processa. É por isso que estudiosos da memória, como o pesquisador Ivan Izquierdo, afirmam que a complexidade da memória humana reside no esquecimento e não na lembrança, ou melhor, na sabedoria e na arte do esquecimento (IZQUIERDO, 2004).

Aqui, começamos uma primeira e importante lição com a descoberta da mente na educação: aprender a esquecer é, assim, muito mais importante do que aprender a lembrar. Um dos mais significativos processos para a aprendizagem complexa é a sabedoria frente ao esquecimento e não o "informatês" conteudista e memorialista tão proliferado em nossas práticas educacionais, nas modernas sociedades industriais.

Somos complexos porque esquecemos. Um computador é uma poderosa máquina cognitiva, mas muito menos complexa entre outras questões, porque não esquece "nunca", porque apenas computa informações (e ainda de um modo muito simplificado, de forma discreta e, atualmente, ainda de modo apenas binário) e porque não tem um complexo sistema nervoso para

uma aprendizagem, que efetivamente transforme seus processos em mudanças e, portanto, conquiste a aprendizagem e conhecimento.

Como ainda não fazemos nas escolas e universidades, e para que seja efetivada a aprendizagem do poder cognitivo disciplinador, teríamos que reprimir o sentir e o disciplinarizar dos processos de aprendizagem, como ritos religiosos dogmatizados que se tornam habituais ou, ainda, como afirma o sociólogo Bourdieu (1989 p 60-61): vestimos *habitus* rigorosos.

A ideia de *habitus,* na sociologia, é forte; vem da religião, de vestimentas de tradições. A força tradicional do *habitus* provém de seu vínculo com as disposições estruturais pré-interativas, como os componentes de pertencimento a uma estrutura (classe, posição na estrutura e poder, lutas entre afirmação societal de gêneros...), mas a própria *reprodução* do *habitus* é dinâmica e quase nunca é igual a ela mesma das condições pré-interativas. As condições pré-interativas e pós-interativas compõem o *habitus*, que é um sistema de disposições duráveis, estruturas estruturadas predispostas ou estruturas estruturantes de práticas e de representações, que podem ser objetivamente reguladas e regulares, sem que, por isso, sejam o produto da obediência a regras, objetivamente adaptadas a seu objetivo, sem supor a visada consciente dos fins e o domínio expresso das operações necessárias para atingi-los. Os *habitus*, integrando todas as experiências passadas, são transferíveis e operam a cada momento como uma matriz de percepções, apreciações e ações, e tornam possível a realização de tarefas infinitamente diferenciadas, graças às transferências analógicas de esquemas que permitem resolver os problemas da mesma forma e graças às correções incessantes dos resultados obtidos, dialeticamente produzidas por estes resultados.

Não somos educados para a alegria do viver e, sim, para vestirmos hábitos, quase religiosos, operados por rituais repetitivos que os tornam cada vez mais naturais e reais. Numa pedagogia que estamos denominando como a *pedagogia do acontecimento*, diferente da pedagogia meramente cognitivista, o próprio aprender se volta, agora, para a experimentação da própria expansão bionatural do próprio ato de aprender, do próprio conhecer e da própria expansão do conhecimento.

Pensamos que um diálogo de modo muito ampliado com as ciências da mente pode nos ajudar a compreender melhor o labirinto cognitivista, cada vez mais computacional, em que nos encontramos na educação e, ao mesmo tempo, permitir renascer uma educação através da redescoberta da mente nos processos do aprendizado complexo, frente à conquista, também, do conhecimento complexo e, mais especificamente, do conhecimento do conhecimento.

Notas deste texto:

1. Entendemos por estados simbióticos de mentitude, envolvidos em dinâmicas de aprendizagens, o percurso de estados da mente e do corpo, frente às diferentes singularidades de dobras micro e macro da realidade. É um percurso vital que envolve complexos processos de associações e conexões de conflitos e cooperações, desde as entranhas comportamentais micromoleculares, até as micro e macro comportamentais de nossos sentidos cotidianos, visíveis na escala macrofísica da realidade. Essa trajetória de estado de mentitude, em cada uma dessas dobras micro e macro da realidade, é singular e específica a cada uma dessas dobras da realidade, mas, ao mesmo tempo que são diferentes e singulares, inclusive em suas regras de comportamentos, essas dobras da realidade são também simultâneas. Por isso, o estado de mentitude é simbiótico (de *symbíon*, que vive junto). A complexidade do estudo da aprendizagem reside na simbiose e na simbiogênese dos planos micro e macro da realidade, respeitando sempre as singularidades de cada plano, mas religando-os, pois esses planos singulares são, ao mesmo tempo, singulares e simultâneos, ou seja, operam em simultaneidade. Enfim, o processo de aprendizagem é uma conjunção de simbiose de eventos moleculares, neuroquímicos, cognitivos, emocionais e cinéticos que envolve uma complexa auto-eco-organização.
2. Prometeu era um semideus que gostava muito dos homens. Conta a lenda que Prometeu subiu ao Olimpo, roubou o fogo dos deuses e o presenteou aos homens. O fogo trouxe aos homens a força do extraordinário pela sua luz, a força da imaginação, e estes puderam criar a civilização e fundar o inesperado da terra: a cidade do homem. Os deuses, ao descobrirem, instituíram um

sofrido castigo a Prometeu. Era um castigo cruel que expressava a vingança de Zeus, o deus dos deuses, sobre o fato de ele ter permitido aos homens mortais o acesso em seu mundo ordinário do extraordinário. Zeus ordenou que o deus ferreiro, Hefaístos, forjasse uma corrente indestrutível de elos invioláveis - incumbência que ele aceitou de bom grado, porque, afinal, fora de sua forja que Prometeu roubara o fogo. Com essa corrente indestrutível, Prometeu foi preso e amarrado no alto de um pico, no Cáucaso - onde hoje fica a Geórgia, na União Soviética, portanto, bem longe do Olimpo grego -, e condenado a ter o fígado eternamente devorado e dilacerado por uma águia. Cada vez que a águia terminasse de devorar parte do fígado de Prometeu, as dilacerações da víscera renasceriam e a águia começaria de novo a devorá-la.

3. Alguns educadores também discutem sobre a significação das emoções na aprendizagem. Ver Restrepo (1998). Também foi muito importante como um marco histórico para este debate entre os educadores o livro de Humberto Maturana, *Emoções e linguagem na educação e na política* (1999). Ver, também, De Masi (1997).

4. Os principais componentes químicos (personagens hormonais) envolvidos pelos neurotransmissores nas trocas de informações cerebrais de nossa mente são: 1. Estrogênio - um hormônio poderoso que envolve o consumo de muita energia. O estrogênio é muito significativo e muito presente nas mulheres e também presente nos homens. O estrogênio estimula as ações de controle e precisão, mas de um modo "mais feminino", ou seja, gera reações por vezes mais agressivas e por vezes mais sedutoras. É um hormônio que atua em parceria constante com a dopamina, a serotonina, a oxitocina, a acetilcolina e a norepinefrina (as substâncias cerebrais do bem-estar). 2. Progesterona - irmão poderoso do estrogênio; aparece intermitentemente e ora atua como uma nuvem de chuva que afeta os efeitos do estrogênio, ora como um agente suavizante; atua muito integrado com a alopregnanolona (é uma espécie de Valium do cérebro, ou a pílula da calma); 3. Testosterona - um hormônio masculino. É rápido, assertivo, focado, energético. É também poderoso e sedutor tal como o estrogênio, mas de um modo mais agressivo, frio, que não tem tempo para carinhos. Ver Brizendine (2006, p. XV e XVI).

5. O pioneiro deste tipo de análise - conhecido pelo nome de estudo de *microrhythms* culturais - é William Condon (1982).

6. O mesmo acontece com a *latência*, ou seja, o espaço de tempo entre o momento em que um falante pára de falar e o outro começa. Duas pessoas podem entrar numa conversa com padrões muito diferentes, mas quase instantaneamente elas entram em acordo. Fazemos isso o tempo todo. Bebês de um ou dois dias sincronizam seus movimentos de cabeça, cotovelos, ombros, quadris e pés com os padrões da fala dos adultos. A sincronia tem sido encontrada na interação de humanos e macacos. Faz parte da nossa programação genética e filogenética. Desde pequenos, aprendemos a ler as faces dos adultos e a observar seus fluxos em micro ritmos.

7. Na complexidade, precisamos do processo de individuações, em favor de ações coletivas e não da simples individualização. Os processos de associações de células cerebrais individuais são envoltos em redes neuronais complexas da mente e são bem diferentes das estruturas modernas das macro individualizações funcionais mecanicistas, onde, para agirmos coletivamente, precisaríamos nos anular como agentes individuais e suprimir nosso agenciamento individual a favor de estruturas, normalizações e instituições que permitiriam, assim, pela anulação do indivíduo, a plena realização do agenciamento das ações coletivas. Na complexidade organizacional, assim como nos processos celulares celebrais, quanto mais individuamos - isto é, individuar e não individualizar - para nos diferenciarmos, mais agimos coletivamente e vice-versa. Somos como são os solistas de *Jazz*: quanto mais dominamos nosso instrumento, mais solamos e, quanto mais solamos de modo complexo, mais qualificamos a orquestração coletiva.

8. Conforme afirmamos anteriormente neste artigo, durante décadas, fisiologistas se concentravam nos neurônios como os principais comunicadores do cérebro. Achava-se que as células gliais, apesar de superarem os neurônios na proporção de nove para um, tinham somente papel de manutenção: levar nutrientes dos vasos sanguíneos para os neurônios, manter um equilíbrio saudável de íons no cérebro e afugentar patógenos que tivessem escapado do sistema imunológico. Nos últimos anos, técnicas mais sensíveis de imagem mostraram que neurônios e células gliais dialogam entre si, do

desenvolvimento embrionário até a velhice. As células gliais influenciam a formação de sinapses e ajudam a determinar as conexões neurais que se fortalecerão com o tempo. Essas alterações são essenciais para o aprendizado e o armazenamento de memórias duradouras. Trabalhos mais recentes mostram que as células gliais também se comunicam entre si numa rede independente, mas paralela à neural, influenciando o desempenho do cérebro. Os neurologistas ainda estão cautelosos e evitam atribuir importância à glia. Apesar disso, estamos entusiasmados com a perspectiva de que mais da metade do cérebro permanece inexplorada e pode representar uma mina de ouro em informações sobre o funcionamento da mente.

FUNÇÕES MENTAIS COGNITIVAS

Segundo Fiori (2008), o termo neurociências cognitivas surgiu recentemente (não mais de trinta anos) e ainda hoje é contestado por algumas correntes que preferem conservar o termo de neurociências. Outros falam em neurobiologia ou ainda neurofisiologia. Alguns reivindicam o termo psicofisiologia. O quadro não estaria completo se não citássemos a neuropsicologia, de todo modo essas querelas internas certamente não interessam ao momento e não pretendemos entrar na polêmica.

As neurociências se relacionam com a ciência dos neurônios, do sistema nervoso.

O estágio mais elementar do funcionamento do cérebro é o das moléculas que permitem aos neurônios comunicar-se entre si. Fala-se então de neurobiologia molecular ou neurociências moleculares. O estágio seguinte é o da célula. No caso específico do cérebro, isso nos remete ao neurônio, mas também às células gliais. Trata-se aqui de neurobiologia ou de neurociências celulares.

No estágio seguinte, nos situamos no campo da integração. Os neurônios organizados em redes complexas formam sistemas integrados como, por exemplo, o sistema visual. Neste caso, o termo relacionado é o de neurociências integradas (alguns preferem neurociências integrativas).

As neurociências cognitivas estudam os mecanismos dos sistemas neuronais mais complexos associados às funções mentais superiores (linguagem, memória, atenção, mas também consciência, representações mentais, etc.). Pode-se então questionar acerca do que diferencia as neurociências cognitivas da Neuropsicologia. De fato, segundo Hécaen (1972 *apud* FIORI, 2008), pai fundador da Neuropsicologia moderna, a Neuropsicologia relaciona-se ao estudo das funções mentais superiores em conjunto com as estruturas cerebrais. A definição de Hécaen não é a única.

Para os neuropsicólogos, ou seja, o objeto de estudo da Neuropsicologia é o paciente cérebro-lesado. Tendo sido localizada a lesão e as estruturas cerebrais atingidas, o neuropsicólogo "deduz", a partir dos

distúrbios que observa numa dada função cognitiva, as estruturas cerebrais implicadas nessa função.

As neurociências cognitivas utilizam naturalmente os dados coletados em animais, e no homem, os dados obtidos pela aplicação dos métodos de imageria cerebral (sem negligenciar os métodos derivados do estudo de pacientes cérebros-lesados).

A psicofisiologia, etimologicamente, é o estudo das bases fisiológicas do psiquismo. De fato, não se pode separar a definição da psicofisiologia do contexto de sua aparição no qual o psiquismo é abordado pelos cientistas – behavioristas – do estrito ponto de vista comportamental. Em outros termos, a psicofisiologia trata do comportamento animal em seu ambiente – o Homem sendo visto como um animal particular. Evidentemente, o termo comportamento recebeu inúmeras definições!

Sem entrar nos méritos e nas polêmicas, vamos sintetizar que comportamento é um conjunto de fenômenos, de ações, de reações às solicitações do ambiente, observáveis do exterior, portanto, se o sistema nervoso é matéria do estudo das bases fisiológicas desses comportamentos, novamente se coloca a questão do nível de análise no qual nos situamos. Na realidade, a redução do psiquismo ao comportamento pode evidentemente ser superada e incluir a cognição. Mas, trata-se de um patamar que não é ultrapassado por todos (FIORI, 2008).

De fato, as definições devem se referir também aos métodos utilizados e ao objeto de estudo (animal ou Homem). Vários resultados obtidos no campo das neurociências foram e ainda são realizados em animais. Isso coloca ao menos dois problemas.

1. **O primeiro problema é de ordem científica** – Nunca temos a efetiva certeza de que os resultados obtidos com o animal possam ser transpostos para o Homem, tanto é verdade que o Homem é muito mais complexo que qualquer outro animal, mesmo o mais evoluído. Por outro lado, conforme o objeto da pesquisa, ter-se-á interesse em experimentar em um ou outro animal em função das possíveis similaridades de funcionamento entre o animal escolhido e o Homem. De qualquer forma, pode-se afirmar, sem grandes riscos, que nenhum dos conhecimentos

disponíveis sobre o Homem teria sido possível sem a precedente experimentação em animais.

2. **O segundo problema que se coloca é de ordem ética** – Durante muito tempo, o Homem considerou o animal como uma espécie de objeto à sua disposição cujo sofrimento era ignorado e até mesmo negado. Felizmente, hoje os animais são protegidos e a experimentação animal está enquadrada pela legislação (ao menos nos grandes países ocidentais), ela só é praticada quando necessária ao avanço da ciência e que nenhum outro método é possível; os animais não devem sofrer (nem antes, nem durante a experiência).

Com relação aos métodos, eles vão dos ensaios *in vitro*[10] praticados em neurobiologia celular ou molecular até os de imageria cerebral[11] praticado em neurociências cognitivas. Como se observa são dois extremos e entre eles ainda encontramos os neurofisiologistas, que trabalham com a estimulação ou a listagem da atividade elétrica de alguns neurônios de uma estrutura cerebral através de microeletrodos implantados no cérebro do animal. Em certas patologias, esse método é aplicado no Homem para fins terapêuticos. Há ainda a autópsia *post mortem* dos neuroanatomistas. Logo, os métodos são diversos e em relação com o objeto de estudo: do mais simples ao mais integrado.

O conhecimento do funcionamento cerebral subjacente à cognição, objeto das neurociências cognitivas, apoia-se assim sobre os dados emprestados de diversos métodos.

Os dados obtidos através da experimentação animal servem frequentemente de base: procura-se então verificar se podem ser transpostos para o Homem. Mas não são os únicos. Baseamo-nos também nos dados da Neuropsicologia e nos da psicologia.

A psicologia elabora, com os métodos experimentais que lhe são próprios, os modelos de funcionamento cognitivo que geralmente são a base das pesquisas em neurociências cognitivas.

---

[10] A experiência *in vitro* consiste em realizar experimentos sobre um elemento retirado do animal. Um exemplo clássico seria o professor de Biologia que retira junto com seus alunos, o nervo e o músculo da pata de uma rã e estimula esse nervo com um choque elétrico, para que os alunos observem o que acontece no músculo.

[11] Métodos que visam medir – direta ou indiretamente – a atividade da população de neurônios que um cérebro ativo possui.

O estudo do funcionamento cerebral permite então confirmar, inferir, enriquecer esses modelos. Ocorre assim ida e vinda entre os modelos elaborados por essas duas disciplinas muito favoráveis ao desenvolvimento do conhecimento sobre o funcionamento cognitivo.

Por fim, vamos definir ciências cognitivas – disciplina ampla que integra procedimentos e métodos diversos; psicólogos, neurocientistas, filósofos, pesquisadores em informática, todos com o mesmo objetivo, ou seja, buscar os conhecimentos específicos sobre o funcionamento cognitivo do homem, permitindo avançar na compreensão dos mesmos (FIORI, 2008).

O desenvolvimento do sistema nervoso

Segundo Caiero *et al* (2006), conhecer a natureza e o funcionamento do cérebro humano são duas das questões que fazem parte dos estudos do homem desde que estes se propuseram a pensar e refletir sobre a sua própria espécie.

Desde a Antiguidade que, primeiro Hipócrates e depois Galeno consideraram o cérebro o órgão das sensações e da inteligência. No entanto, não é senão no século XIX, com a corrente positivista, que vai começar verdadeiramente o estudo científico do cérebro, particularmente com a descoberta das localizações cerebrais e os primeiros trabalhos sobre a teoria celular da rede nervosa. Desta evolução, podemos fazer um pequeno esquema cronológico:

⇨1795 – Cabanis, fundador da psicofisiologia, adianta que o cérebro é tanto o órgão do pensamento como o estômago é o da digestão;

⇨1808 – Cuvier impulsiona uma dissertação com vista à eleição para o Instituto de França, defendendo que as diferentes "faculdades" do espírito (percepção, aprendizagem, memória, vontade, etc.) e muitas outras coisas como a causalidade, a comparação ou a combatividade estão todas localizadas em regiões particulares e precisas do cérebro;

⇨1820 – Spurzheim e outros desenvolveram a teoria batizada frenologia[12] cujos ares, falsamente científicos, conheceram um grande sucesso popular, mas com o abandono da "psicologia das faculdades", a frenologia desaparece;
⇨1ª metade do século XIX – constata-se que as diversas funções psicológicas ocupam o mesmo lugar na superfície do cérebro e que, por isso, constituem um sistema unitário;
⇨1861 – Broca apresenta, perante a Sociedade de Antropologia de Paris, um frasco de álcool contendo um cérebro com uma lesão do hemisfério esquerdo, estabelecendo a localização cerebral da linguagem;
⇨1865 – confirma-se finalmente que a "sede da faculdade da linguagem articulada" se situava no lobo frontal esquerdo ao mesmo tempo em que se reafirmava o princípio de uma dominância hemisférica esquerda para a faculdade da linguagem;
⇨1870 – Frisch e Hitzig localizam o centro motor no córtex pré-central do cão e D. Ferrier especifica a esfera visual no lobo occipital;
⇨1873 – Golgi esboça a teoria celular do tecido nervoso;
⇨1881 – Munk mostra que a supressão unilateral de um lobo occipital não implica cegueira senão para metade do campo visual de cada olho;
⇨1889 – Ramon y Cajal demonstram que cada célula é uma unidade completa com os seus prolongamentos de fibras, de axônios e de dendrites;
⇨1891 – Waldeyer batiza as células cerebrais nervosas de neurônios (CAIEIRO *et al*, 2006).

Enfim, ao chegarmos ao século XX e mediante toda essa evolução, a descompartimentação dos estudos sobre o cérebro, é mesmo a razão dos progressos consideráveis realizados nas duas últimas décadas, bem como das reconsiderações epistemológicas não menos espetaculares assim permitidas.

Todos os estímulos do nosso ambiente causando sensações como dor e calor, todos os sentimentos, pensamentos, programação de respostas emocionais e motoras, bases neurais da aprendizagem e memória, ação de drogas psicoativas, causas de distúrbios mentais, e qualquer outra ação ou

[12] Teoria que estuda o caráter e as funções intelectuais humanas, baseando-se na conformação do crânio; frenologismo.

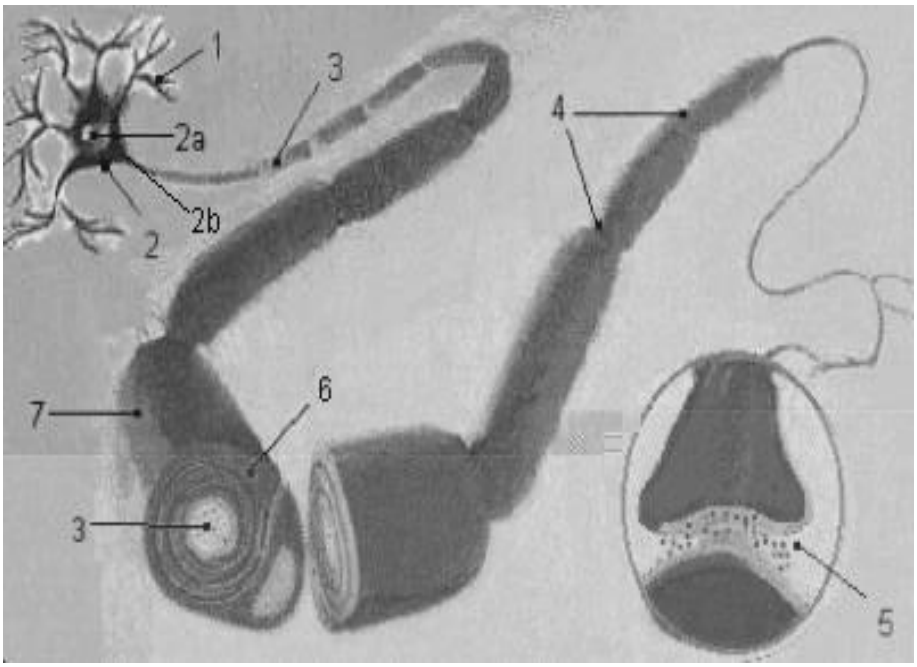
sensação do ser humano, não podem ser entendidas sem o fascinante conhecimento do processo de comunicação entre os neurônios.

Mas o que são mesmo os neurônios?

- São células especializadas;
- Feitos para receber certas conexões específicas;
- Executar funções apropriadas; e,
- Passar suas decisões a um evento particular a outros neurônios que estão relacionados com aqueles eventos.

Estas especializações incluem uma membrana celular, que é especializada para transportar sinais nervosos como pulsos eletroquímicos; o dendrito, (do grego *dendron*, ou árvore) que recebe e libera os sinais, o axônio (do grego *axoon*, ou eixo), o "cabo" condutor de sinais, e pontos de contatos sinápticos, onde a informação pode ser passada de uma célula a outra, demonstrado na figura abaixo.

Figura 1 - A Estrutura do Neurônio



Fonte: Cardoso e Sabbatini, 2006

Um neurônio típico tem quatro regiões morfologicamente definidas: (1) dendritos (2)corpo celular (3)axônio (5)terminais pré-sinápticos

Os neurônios recebem sinais nervosos de axônios de outros neurônios. A maioria dos sinais é liberada aos dendritos (1).

Os sinais gerados por um neurônio são enviados através do corpo celular (2), que contém o núcleo (2a), o "armazém" de informações genéticas. Axônios (3) são as principais unidades condutoras do neurônio.

O cone axonal (2b) é a região na qual os sinais das células são iniciados. Células de Schwann (6), as quais não são partes da célula nervosa, mas um dos tipos das células gliais, exercem a importante função de isolar neurônios por envolver seus processos membranosos ao redor do axônio formando a bainha de mielina (7), uma substância gordurosa que ajuda os axônios a transmitirem mensagens mais rapidamente do que as não mielinizadas.

A mielina é quebrada em vários pontos pelos *nodos of Ranvier* (4), de forma que em uma secção transversal o neurônio se parece como um cordão de salsichas. Ramos do axônio de um neurônio (o neurônio pré-sináptico) transmitem sinais a outro neurônio (o neurônio pós-sináptico) em um local chamado sinapse (5). Os ramos de um único axônio podem formar sinapses com até 1000 outros neurônios.

Assim como as outras células, os neurônios se alimentam, respiram, têm os mesmos genes, os mesmos mecanismos bioquímicos e as mesmas organelas. Eles se diferem de outras células porque processam informações, desencadeando essas informações sobre o estado interno do organismo e seu ambiente externo, avaliam esta informação, e coordenam atividades apropriadas à situação e às necessidades correntes das pessoas (CARDOSO e SABBATINI, 2006).

A informação é processada através de um evento conhecido como impulso nervoso que é a transmissão de um sinal codificado de um dado estímulo ao longo da membrana do neurônio, a partir do ponto em que ele foi estimulado. Dois tipos de fenômenos estão envolvidos no processamento do impulso nervoso: elétrico e químico. Eventos elétricos propagam um sinal dentro do neurônio, e processos químicos transmitem o sinal de um neurônio a

outro ou a uma célula muscular. Processos químicos sobre interações entre neurônios ocorrem no final do axônio, chamado sinapse. Tocando intimamente com o dendrito de outra célula (mas sem continuidade material entre ambas as células), o axônio libera substâncias químicas chamadas neurotransmissores, os quais se unem a receptores químicos na membrana do neurônio seguinte (CARDOSO e SABBATINI, 2006).

A consequência prática do conhecimento de que as células nervosas crescem e se modificam em resposta às experiências e às aprendizagens enriquecedoras é extraordinária.

A educação de crianças em um ambiente sensorialmente enriquecedor desde a mais tenra idade pode ter um impacto sobre suas capacidades cognitivas e de memória futuras. A presença de cor, música, sensações (tais como a massagem do bebê), variedade de interação com colegas e parentes das mais variadas idades, exercícios corporais e mentais podem ser benéficos (desde que não sejam excessivos) (CARDOSO e SABBATINI, 2006).

Na verdade, segundo Cardoso e Sabbatini (2006) existem muitos estudos mostrando que essa "estimulação precoce" é verdadeira, mas não há provas se isso provoca um crescimento no cérebro das crianças, como acontece com os ratos, contudo, há constatações de que pessoas que sofreram lesões em partes de seus cérebros puderam recuperar parcialmente as funções perdidas, submetendo-se a estimulação mental intensa e diversificada, de maneira análoga à fisioterapia para os músculos debilitados.

Alimentos ou drogas artificiais que aumentem a ramificação dos dendritos, o crescimento dos neurônios e seu aumento de volume também podem ajudar na melhora do desempenho mental e memória nas pessoas normais ou em pacientes com doenças degenerativas do cérebro, tais como Alzheimer.

Segundo Cardoso e Sabbatini (2006), um estudo pioneiro realizado por Dr. David Snowdon, um neurocientista da *University of Kentucky* com freiras católicas vivendo em um convento no norte dos Estados Unidos, revelou fatos assombrosos que apoiam a teoria da estimulação cerebral. Essas freiras foram escolhidas porque parecem apresentar uma longevidade maior que o resto da população: várias delas já haviam atingido mais de cem anos de idade. As

freiras que viveram mais e que mostravam uma melhor saúde mental eram quase sempre aquelas que praticavam atividades tais como pintura, ensino e palavras cruzadas, que exigiam um constante "exercício mental".

Aprofundando os estudos, o cientista descobriu que a longevidade era maior entre as freiras que tinham educação superior, ou que tinham alguma atividade mental constante. Em outras palavras, as freiras que exercitavam a sua mente e se mantinham ativas cerebralmente viviam por mais tempo do que as que se "entregavam" à velhice, por assim dizer, ou que tinham apenas atividades passivas e restritas do ponto de vista intelectual, como cozinhar ou arrumar os quartos do convento. Como ele mesmo disse, "a diferença estava em como elas usavam suas cabeças".

A descoberta do Dr. Snowdon deu origem a um grande estudo científico. As freiras concordaram em doar seus cérebros quando morressem, para que fosse investigado se havia alguma diferença em relação a cérebros de outras pessoas. Ao longo da última década e meia, ele e sua equipe examinaram mais de 700 cérebros.

Até recentemente achava-se que o cérebro era imutável, e os neurônios, que são as células cerebrais envolvidas em todas as funções nervosas, desde um simples movimento até o pensamento e a linguagem, não se reproduzem. Portanto, ao terminar o crescimento do cérebro, na infância, os neurônios começam a morrer gradativamente, e não são substituídos.

Ao chegar a uma idade avançada, temos 25 a 30% menos neurônios que na adolescência, e em caso de doenças circulatórias e degenerativas do sistema nervoso central, como na doença de Alzheimer, essa devastação pode ser maior ainda, levando às alterações de memória, no sistema sensorial e motor, e na capacidade cognitiva dos idosos.

Entretanto, esse estudo com as freiras levou a algumas descobertas revolucionárias que alteraram esse conceito. Os neurônios se caracterizam por ter prolongamentos, ou ramificações, extremamente finas, chamados dendritos, que são usados para fazer conexões com outras células cerebrais, formando assim os circuitos responsáveis pelas funções do cérebro.

No córtex cerebral, onde estão as chamadas "funções superiores", como visão, audição, fala, inteligência, consciência, etc., os dendritos de um

neurônio fazem conexão com até 1.000 outros neurônios. Outras células, como no cerebelo, responsável pela coordenação dos movimentos e equilíbrio, essa relação pode ser de até 100.000 para um.

Os cientistas descobriram que os dendritos podem crescer com o aprendizado. Aparentemente, portanto, o cérebro funciona como um músculo: quanto mais você usa, mais ele desenvolve conexões novas e cresce. A inatividade, por sua vez, acelera a perda de conexões e a diminuição dos dendritos.

O Dr. Snowdon descobriu no cérebro das freiras que eram mais ativas intelectualmente na idade avançada, que algumas delas tinham sinais patológicos que indicavam que elas deveriam ter Alzheimer (são placas de uma substância amilóide e novelos de fios dentro das células, que não existem em neurônios normais, e que são responsáveis pela sua morte). No entanto, elas tinham poucos sintomas característicos, ou desenvolviam a doença muito mais tarde do que o usual. O médico diz que como essas freiras tinham muito mais ramificações neuronais e circuitos cerebrais mais ricos, eles compensavam a morte daqueles afetados pela Alzheimer (SABBATINI, 2006).

De fato, Dr. David Snowdon surpreendeu-se ao observar nos exames *post-mortem* dos cérebros doados pelas freiras falecidas, que alguns que estavam com melhores condições mentais devido a essa rica estimulação, apresentavam todos os sinais da insidiosa doença de Alzheimer. Essa doença degenerativa nervosa, altamente incapacitante, aparece em cerca de 20% de todas as pessoas com mais de 80 anos de idade, e se caracteriza por inúmeras alterações patológicas dos neurônios, e pela morte maciça de células, especialmente as células corticais. Isso provoca profunda perda de memória, e outros tipos de deterioração do comportamento e da personalidade.

O crescimento neuronal e a regeneração enquanto resposta a fatores ambientais já não parece impossível, devido ao que a neurociência já tem revelado em experiências com animais e seres humanos. Este conhecimento, de par com a descoberta dos mecanismos que tornam isso possível constituirá um portão para um futuro fantástico para a humanidade; um futuro onde talvez possamos manipular e influenciar nossas próprias capacidades mentais de um modo inteiramente imprevisível. Isso tem constituído o sonho duradouro tanto

da ciência como da ficção científica e talvez estejamos situados no limiar de sua realização (CARDOSO e SABBATINI, 2006).

Aprendizado, memória e o amadurecimento neuronal

Somos seres com história, construímos nossa identidade através de um processo que mescla as experiências vividas no ambiente e as nossas vivências interiores; assim, somos quem somos porque aprendemos e lembramos. A memória é uma das funções cognitivas mais complexas que a natureza produziu, e as evidências científicas sugerem que o aprendizado de novas informações e o seu armazenamento causam alterações estruturais no sistema nervoso (DALMAZ e NETTO, 2004).

Enquanto a aprendizagem engloba os processos de aquisição de novas informações, a memória corresponde à permanência, a retenção das informações e conhecimentos adquiridos pela aprendizagem durante toda a vida (FIORE, 2008).

A memória desperta o interesse e a imaginação do homem desde a Antiguidade, contudo os primeiros estudos científicos foram realizados há pouco mais de um século. Hoje, graças aos avanços das ciências biomédicas, adquirimos uma razoável compreensão acerca dos mecanismos da formação da memória.

Apoiados no fato de que animais inferiores têm encéfalos mais simples do que aqueles dos mamíferos superiores (espécie humana), e que seu comportamento e capacidade de aprender e lembrar são mais acessíveis às técnicas de laboratório, os estudos em invertebrados têm um papel fundamental para o conhecimento da memória. Estudando a biologia celular do armazenamento da memória no caramujo marinho Aplysia, Eric Kandel e colaboradores demonstraram que as funções e as moléculas específicas de alguns neurônios mudam quando o animal aprende uma resposta comportamental. A importância desses trabalhos para o desenvolvimento das neurociências foi reconhecida com o Prêmio Nobel de Medicina, concedido ao professor Kandel no ano 2000 (DALMAZ e NETTO, 2004).

Sabendo que os neurônios são células especializadas, cuja principal função é comunicar-se com outros neurônios e com os órgãos que realizam as

ações (como os músculos e o coração); em consequência do processamento de uma fantástica quantidade de informações, temos que a atividade integrada dos neurônios determina e modula o comportamento dos indivíduos. À capacidade dos neurônios de se transformar e de adaptar sua estrutura em resposta às exigências ambientais (externas) ou internas chamamos plasticidade neural.

No início do século passado, Ramón y Cajal formulou a hipótese de que a eficácia das conexões sinápticas[13] não é fixa, porém plástica e modificável. Ele postulou que a força sináptica pode ser modificada pela atividade neural e sugeriu que o aprendizado poderia utilizar essa plasticidade através do desenvolvimento de novos processos sinápticos (DALMAZ e NETTO, 2004).

Até meados do século XX, a maioria dos estudos sobre aprendizagem questionava que as funções da memória seriam localizadas em regiões cerebrais específicas, alguns chegando a duvidar de que a memória seria uma função distinta da atenção, da linguagem e da percepção. Ainda de acordo com Dalmaz e Netto (2004) acreditava-se o armazenamento da memória seria distribuído por todo o cérebro.

A partir de 1861, Broca[14] evidencia que lesões restritas à parte posterior do lobo frontal, no lado esquerdo do cérebro, chamada de área de Broca, causavam um defeito específico na função da linguagem. Após essa localização da função da linguagem, os neurocientistas tornaram a voltar-se para a hipótese de se localizar a memória.

Wilder Penfield[15] foi o primeiro a conseguir demonstrar que os processos da memória têm localizações específicas no cérebro humano. Na década de 1940, Penfield começou a usar métodos de estimulação elétrica, idênticos aos usados por Sherrington[16] em macacos, para mapear as funções motoras, sensoriais e da linguagem no córtex humano de pacientes submetidos à neurocirurgia, para tratamento de epilepsia. Penfield explorou a superfície cortical em mais de mil pacientes e verificou que a estimulação elétrica

[13] Conexão entre dois neurônios vizinhos, da qual há mais de um tipo, segundo as formações que fazem o contato entre essas células para que se propague o impulso nervoso de uma para outra.
[14] Anatomista, cirurgião e antropólogo francês.
[15] Neurologista, cirurgião de cérebro, e Evolucionista.
[16] Cientista do Reino Unido, premiado com o Nobel de Medicina em 1932.

produzia o que ele chamou de resposta experiencial, ou retrospecção, na qual o paciente descrevia uma lembrança correspondente a uma experiência vivida (DALMAZ e NETTO, 2004).

Estudos em pacientes com lesão do lobo temporal revelaram dois modos particularmente diferentes de aprendizagem, diferença que os psicólogos cognitivistas avaliaram em estudos com sujeitos normais. O ser humano aprende o que é o mundo apreendendo conhecimento sobre pessoas e objetos, acessíveis à consciência, usando uma forma de memória que é em geral chamada de explícita, ou aprende como fazer coisas, adquirindo habilidades motoras ou perceptivas a que a consciência não tem acesso, usando para isto a memória implícita.

A memória é a capacidade de reter, recuperar, armazenar e evocar informações disponíveis, seja internamente, no cérebro (memória humana), seja externamente, em dispositivos artificiais (memória artificial).

Já a memória humana focaliza coisas específicas, requer grande quantidade de energia mental e deteriora-se com a idade. É um processo que conecta pedaços de memória e conhecimentos a fim de gerar novas ideias, ajudando a tomar decisões diárias.

Os psicólogos e neurologistas distinguem memória declarativa de memória não declarativa (ou memória procedural). A grosso modo, a memória declarativa armazena o saber que algo se deu, e a memória não declarativa o como isto se deu.

De maneira geral, filósofos, psicólogos, sociólogos e antropólogos tendem a ocupar-se da memória declarativa, enquanto neurobiólogos tendem a se ocupar da memória procedural.

Psicólogos distinguem dois tipos de memória declarativa, a memória episódica e a memória semântica. São instâncias da memória episódica as lembranças de acontecimentos específicos. São instâncias da memória semântica, as lembranças de aspectos gerais.

Memória, segundo diversos estudiosos, é a base do conhecimento. Como tal, deve ser trabalhada e estimulada. É através dela que damos significado ao cotidiano e acumulamos experiências para utilizar durante a vida.

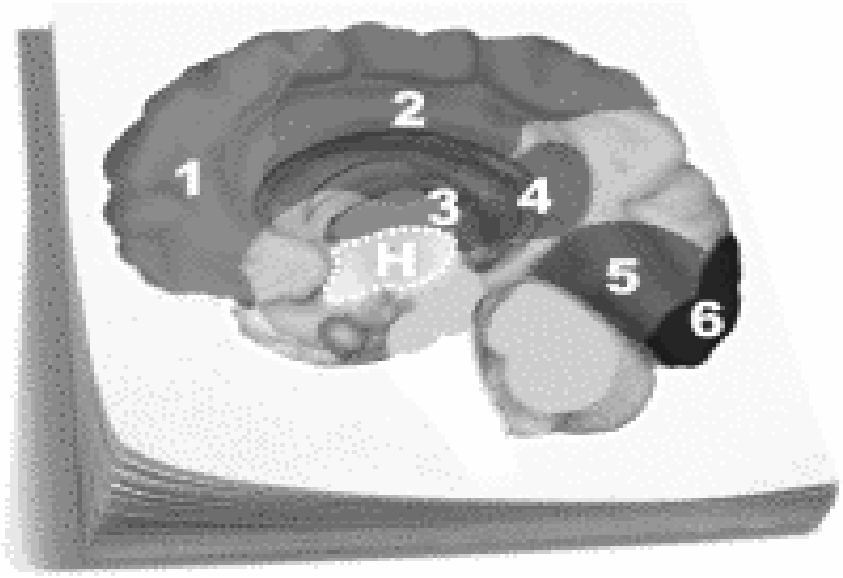
Segundo Lieury (1997, p.18), o cérebro é tão complexo que não pode ser compreendido por pesquisadores de uma única especialidade, mas no âmbito de diferentes disciplinas, dotadas de técnicas cada vez mais refinadas, aparelhos médicos de produção de imagens [...] é a perspectiva das neurociências, na qual a psicologia se insere, propondo modelos de funcionamento.

Entre as funções da memória, Lieury (1997, p. 54) nos leva a crer que existem pelo menos três. A primeira chamada **memória-buffer** que conserva informações excedentes, a segunda é a chamada **memória de trabalho** que realiza cálculos mentais, sendo temporária, e a terceira, também de curto prazo, é a **memória-arquivo** usada na aprendizagem de palavras classificadas em categorias, concluindo ser essa memória de curto prazo, um conjunto complexo, no qual certas partes são ativações de módulos.

Já nas crianças, o mesmo autor faz uma analogia comparando sua memória a um balão que se encheria espontaneamente. Explica que para esse funcionamento ser eficaz, "é necessário desenvolver na criança mecanismos de aquisição de conhecimentos" (LIEURY, 1997, p.70).

Como o cérebro é dividido por uma fenda em dois hemisférios, que são segmentados em lobos, regiões demarcadas sem muita nitidez, as informações captadas pela visão, pela audição, pelo olfato, pelo paladar e pelo tato provocam impulsos elétricos e reações químicas em lobos diferentes e não são guardadas da maneira como foram captadas. Elas são fragmentadas, classificadas e hierarquizadas.

Para se ter uma ideia de como o cérebro se organiza, podemos visualizar na ilustração 1 abaixo:



Fonte: Nova Escola (2003)

1. Elaborações mentais sofisticadas, como o planejamento, o julgamento e a decisão;
2. Dados sobre movimentos corporais, tato, orientação espacial e análise sensorial;
3. Informações olfativas;
4. Linguagem, leitura e fala;
5. Informações auditivas;
6. Estímulos e associações visuais.

Caramelli em entrevista à Revista Nova Escola (2003), especialista em neurologia cognitiva do Hospital das Clínicas da Universidade de São Paulo, explica que tanto as novas informações quanto as já armazenadas, depois de conectadas e reelaboradas, passam obrigatoriamente pelo hipocampo (H), estrutura que fica sob os dois hemisférios. De lá as informações são espalhadas por toda a superfície do cérebro, o córtex. A classificação e o armazenamento de informações são tão específicos a ponto de, dentro do "arquivo" linguagem, uma "pasta" guardar verbos; outra, substantivos, e assim por diante.

ÁREAS QUE ESTUDAM O CÉREBRO E SUAS IMPLICAÇÕES NA APRENDIZAGEM

Neuropsicologia

Pode também ser denominada Neurociência Cognitiva. Fundamenta-se em Psicologia, Psiquiatria, Neurologia, Fisiologia, Anatomia, entre outras áreas e busca a relação entre as atividades do SNC (Sistema Nervoso Central) e o cognitivo (comportamental). Analisa o normal e o patológico desta coligação. Pode utilizar-se de testes e equipamentos de medição do cérebro em processo de desempenho de funções (processando informações, executando tarefas, etc.) para alcançar precisão no diagnóstico e nos tratamentos. Segundo resolução do Conselho Federal de Psicologia (CFP) 002/2004, art. 30, estipulou-se que: a especialidade de Neuropsicologia fica instituída com a seguinte definição: Atua no diagnóstico, no acompanhamento, no tratamento e na pesquisa da cognição, das emoções, da personalidade e do comportamento sob o enfoque da relação entre estes aspectos e o funcionamento cerebral. Utiliza-se para isso de conhecimentos teóricos angariados pelas neurociências e pela prática clínica, com metodologia estabelecida experimental ou clinicamente. Utiliza instrumentos especificamente padronizados para avaliação das funções neuropsicológicas envolvendo principalmente habilidades de atenção, percepção, linguagem, raciocínio, abstração, memória, aprendizagem, habilidades acadêmicas, processamento da informação, visuoconstrução, afeto, funções motoras e executivas. Estabelece parâmetros para emissão de laudos com fins clínicos, jurídicos ou de perícia; complementa o diagnóstico na área do desenvolvimento e aprendizagem.

A Neuropsicologia é uma ciência do século XX, mas nascida da convergência de duas ciências antigas que são Neurologia e a Psicologia, com o objetivo de estudar as modificações comportamentais resultantes de lesão cerebral.

Em 1878, o neurologista (cirurgião e antropólogo) francês, Paul Pierre Broca (1824-1880), observou que, na superfície medial do cérebro dos mamíferos, existe uma região constituída por núcleos de células cinzentas

(neurônios), a qual ele deu o nome de lobo límbico (do latim *limbus* = círculo, anel), formando uma espécie de borda ao redor do tronco encefálico. Broca ficou conhecida e tornou-se uma figura de destaque na história da Medicina e das Neurociências pela descoberta do centro da fala, atualmente conhecido como área de Broca.

Ao descrever o cérebro de um paciente com distúrbio de fala motora, concluiu que o terço posterior do giro frontal inferior esquerdo seria o centro para as imagens motoras das palavras.

Em suas pesquisas, Broca também notou que todos os pacientes que apresentavam distúrbios da fala causados por danos do hemisfério esquerdo eram indivíduos destros, apresentando em comum fraqueza ou paralisia da mão direta. Esta observação gerou a colocação de que existem relações cruzadas entre o hemisfério dominante e a mão de preferência. Com todos esses estudos e descobertas, o trabalho de Broca estimulou a mais ampla pesquisa para o lócus cortical da função comportamental (OLIVIER, 2008).

Psicologia

É a ciência dos fenômenos psíquicos e comportamentais. Analisando as causas biológicas e socioculturais do comportamento, a Psicologia é uma ciência voltada ao estudo do comportamento humano e dos processos psíquicos, estudando as vias de sua evolução, os mecanismos que a servem de base e descrevendo as mudanças que ocorrem nessa atividade nos estados patológicos. Sua definição exata seria: *Psique* (alma) + *Logos* (razão ou conhecimento), ou seja, conhecimento (ou estudo) da alma, tendo sido iniciada ainda na Grécia antiga por intermédio de Sócrates (469- 399 a.C.), Platão (427-347a.C) e, em sequência, Aristóteles (387-322 a.C).

Em 1649, o filósofo francês, René Descartes, publicou Paixões da Alma, reforçando a tese da separação entre corpo e mente, o que se defendeu até o final do século XIX, quando os acadêmicos decidiram separar a Psicologia da Filosofia e, da Fisiologia, originou a Psicologia Moderna que teve basicamente três linhas de raciocínio: o Funcionalismo, o Estruturalismo e o Associacionismo.

O Funcionalismo, criado por William James (1842- 1910) e Harald Hoffding (filósofo dinamarquês, nascido em Copenhague, em 1863), dá ênfase à natureza dinâmica e mutável da atividade mental, analisando a consciência, seu funcionamento e a forma como o ser humano se utiliza dela para adaptar-se ao meio em que vive.

O Estruturalismo foi criado por Edward Bradford Titchener (1867-1927). Enquanto seguia os conceitos de Wundt, Titchener alterou o sistema seguido por ele. Em seu conceito, Titchener também levava em conta a consciência, mas com ênfase em seus aspectos estruturais. Considerava a consciência e seus estados elementares como estruturas do Sistema Nervoso Central. Resumindo, pode-se dizer que, para Wundt, a mente humana tem o poder de sintetizar de forma espontânea os elementos e, para Titchener, a ênfase está nos elementos que compõem a estrutura da consciência, não importando a sua associação.

O Associacionismo, criado por Edward Lee Thorndike (1874-1949), frisa que o indivíduo aprende por meio de um processo de associação de ideias, desde a mais simples até a mais complexa. Dando ênfase às sensações agradáveis e desagradáveis como elementos de armazenagem de respostas, e sendo muito criticado por isso, acabou servindo de base, por meio de sua lei dos efeitos, para o Behaviorismo de Burrhus Frederic Skinner (1904-1990, um dos maiores defensores e seguidores do Behaviorismo).

No início do século XX, mais outras correntes importantes surgiram, e as principais são:

Behaviorismo que se iniciou nos Estados Unidos com John Watson (1878-1958) e propunha que, para cada resposta comportamental, existe um estímulo. Esta linha de raciocínio acabou também influenciando, de outra forma, a Pedagogia. Em 1913, Watson publicou um artigo expondo suas ideias e estabelecendo as bases da nova corrente da Psicologia, contrária à Psicanálise de Freud que ele considerava fantasiosa.

O Gestaltismo surgiu na Alemanha, por pesquisas de Max Wertheimer, W. Kóhler e K. Kafka, por volta de 1910. Baseados em estudos psicofísicos, desenvolveram um estudo relacional entre a forma e sua percepção, construíram a base de uma teoria negando a separação das ações e os

processos humanos, buscando compreender o indivíduo como uma totalidade, caso contrário o que se teria seria apenas uma ilusão de controle, exatamente como se propunham, anteriormente, as relações da Psicologia com a Filosofia. O termo Gestalt significa forma ou configuração.

A Psicanálise, teoria elaborada por Sigmund Freud (1856-1939), colocou em evidência o estudo do inconsciente e a Psicologia Analítica, criada por Carl Gustav Jung.

Estas e outras correntes de pensamento possibilitaram muitas linhas que hoje são defendidas dentro da Psicologia, sendo a mais divulgada as seguintes: Psicologia Clínica, Psicologia do Desenvolvimento, Psicologia Forense, Neuropsicologia, Psicologia da Aprendizagem ou, melhor definindo-a, Psicopedagogia, entre outras.

Pedagogia

Resumidamente é a ciência do ensino e da educação. Estuda os métodos de ensino, os objetivos da educação e os meios para atingi-los. Fundamenta-se, basicamente, na Psicologia Educacional, ou seja, nas teorias sobre as formas e os mecanismos de aprendizado. Tem muitas formas de ser aplicada, das quais se destacam:

Behaviorismo ou Comportamentalismo, caracterizado pela descrição repetitiva dos fatos e dos fenômenos praticamente sem explicar suas causas e origens; Cognitivismo que também ensina descrevendo os fatos e os fenômenos, mas com a preocupação de explicar suas causas e origens, porém, ainda, propondo aos alunos uma aceitação passiva do que está sendo ensinado; Construtivismo (advinda das teorias de Piaget) cuja característica é que não é o professor que ensina, mas sim o aluno que aprende, ou seja, em vez de ensinar, o professor deve induzir o aluno a "aprender a aprender", estimulando-se, assim, a criatividade potencial do aluno; Waldorf, introduzida por Rudolf Steiner, em 1919, em Stuttgart, Alemanha, inicialmente em uma escola para os filhos dos operários da fábrica de cigarros Waldorf-Astória (daí seu nome). A pedido deles apresenta uma característica que a diferencia das outras que é o seu embasamento na concepção de desenvolvimento do ser

humano, levando-se em conta as diferentes características das crianças e dos jovens, segundo sua idade aproximada.

O ensino é dado de acordo com essas características: um mesmo assunto nunca é dado da mesma maneira em idades diferentes. Outras formas menos divulgadas também podem ser usadas na aplicação da Pedagogia.

Psicopedagogia

Usa conceitos de Psicologia e Pedagogia e aprofunda-se também em Neurologia, Fonoaudiologia, Psicolinguística, Psicomotricidade, entre outras áreas. É a área apta a detectar e tratar dos diversos distúrbios de aprendizagem, de forma isolada ou, na maioria dos casos, ligada a outros profissionais em um tratamento intitulado Multidisciplinar. Estudando (ou devendo estudar) todas as linhas descritas acima em Psicologia e Pedagogia, a psicopedagogia deveria caminhar para o sucesso no diagnóstico e no tratamento, não só dos distúrbios de aprendizagem, mas também das falhas de memória, da concentração, entre outros (OLIVIER, 2008).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Referências básicas

FIORI, Nicole. *As neurociências cognitivas*. Trad. Sonia M.S. Fuhrmann. Petrópolis (RJ): Vozes, 2008.

PORTO, Olivia. *Bases da Psicopedagogia: diagnóstico e intervenção nos problemas de aprendizagem*. 4 ed. Rio de Janeiro: Wak, 2009.

POZO, Juan Ignácio. Aprendizes e mestres: a nova cultura da aprendizagem. Porto Alegre: Artmed, 2002.

RATEY, John J. O cérebro: um guia para o usuário. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001.

SHORE, Rima. Repensando o cérebro: novas visões sobre o desenvolvimento inicial do cérebro. Porto Alegre: Mercado Aberto, 2000.

Referências complementares

AJURIAGUERRA, J. *Manual de Psiquiatria infantil*. 2. ed. São Paulo: Masson, 1985.

ALSOP, Pippa; MCCAFFREY, Trisha (orgs). *Transtorno emocionais na escola: alternativas teóricas e práticas.* 2 ed. Trad. Maria Bolanho. São Paulo: Summus, 1999.

ANTUNES, Celso. *O cérebro e a sala de aula* (2006). Disponível em <http://www.celsoantunes.com.br/pt/textos_exibir.php?tipo=TEXTOS&id=31>. Acesso em: 24 fev. 2016.

ASSMANN, Hugo. *Reencantar a educação*: rumo à sociedade aprendente. Petrópolis: Vozes, 2001.

BATISTA, Cleide Vitor Massini; BARRETO, Déborah Cristina Málaga. *Apressamento cognitivo infantil: possíveis consequências*. Disponível em: <http://www.pucpr.br/eventos/educere/educere2009/anais/pdf/3240_1925.pdf>. Acesso em: 24 fev. 2016.

BEAUCLAIR, João. *Para entender psicopedagogia: perspectivas atuais, desafios futuros*. 3 ed. Rio de Janeiro: Wak, 2009.

BOSSA, Nadia A. *A psicopedagogia no Brasil: contribuições a partir da prática*. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000.

_____. *Dificuldades de aprendizagem: o que são? Como tratá-las?* Porto Alegre: Artmed, 2000.

BUENO, Jocian Machado. *Psicomotricidade: Teoria e Prática – Estimulação, Educação e Reeducação Psicomotora com Atividades Aquáticas*. São Paulo: Lovise, 1998.

CAIEIRO, C.M. et al. *A evolução das Neurociências.* Disponível em: <www.citi.pt/citi_2005_trabs/ia/evoluçao_das_neurociencias.html>. Acesso em: 24 fev. 2016.

CAPOVILLA, Alessandra Gotuiza Seabra; CAPOVILLA, Fernando César. *Problemas de leitura e escrita.* 3. ed. São Paulo: Memmon, 2003.

CARDOSO, S. H.; SABBATINI, R. M.E. *Aprendizagem e Mudanças no Cérebro.* Disponível em <http://www.cerebromente.org.br/n11/mente/eisntein/rats-p.html>. Acesso em: 24 fev. 2016.

CARVALHO, Márcia Maria Loss de. *As possíveis consequências do apressamento cognitivo infantil.* Disponível em: <http://www.neuropediatria.org.br/index.php?option=com_content&view=article&id=96:as-possiveis-consequencias-do-apressamento-cognitivo-infantil&catid=59:transtorno-de-aprendizagem-escolar&Itemid=147>. Acesso em: 24 fev. 2016.

CHAMAT, Leila Sara José. *Técnicas de intervenção psicopedagógica para dificuldades e problemas de aprendizagem*. São Paulo: Vetor, 2008.

CLAXTON, Guy. *O desafio de aprender ao longo da vida*. Porto Alegre: Artmed, 2005.

COLL, C; SOLÉ, I. Ensinar e aprender no contexto da sala de aula. In: COLL, C.; MARCHESI, A; PALACIOS, J., et al. *Desenvolvimento psicológico e educação: Psicologia da educação escolar*. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

DALMAZ, Carla; NETTO, Carlos Alexandre. A Memória. *Revista Ciência e Cultura.* Vol.56 n.1 São Paulo: jan/mar. 2004.

DEMO, Pedro. *Professor do futuro e reconstrução do conhecimento*. Petrópolis: Vozes, 2005.

_____. *Educação e conhecimento*: relação necessária, insuficiente e controversa. Petrópolis: Vozes, 2002.

_____. *Saber pensar*. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2001.

ESPERIDIÃO-ANTONIO, V.; et al. Neurociências e formação médica. COBEM 2006. *Revista Brasileira de Educação Médica***,** 30: 524, 2006.

FARINA, Marcelo; SILVA, Márcio Álvares da; FIELDS, Douglas. A complexidade do cérebro. 100 bilhões de neurônios e muito mais de células gliais. *Revista Instituto Humanitas Unisinos.* ago/set., 2006. São Leopoldo (RS).

FERNÁNDEZ, Alícia. *A Inteligência Aprisionada: Abordagem Psicopedagógica Clínica da Criança e sua Família*. Trad. Iara Rodrigues. Porto Alegre: Artes Médicas, 2008.

FIALHO, F. *Ciências da cognição*. Florianópolis: Insular, 2001.

FONSECA, V. *Introdução às dificuldades de aprendizagem*. 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1995.

_____. *Cognição, Neuropsicologia e Aprendizagem: abordagem neuropsicológica e psicopedagógica.* 4 ed. Petrópolis (RJ): Vozes, 2009.

_____. *Aprender a aprender*: a educabilidade cognitiva. Porto Alegre: Artmed, 1998.

GARDNER, Howard. *Inteligência: um conceito reformulado*. Rio de Janeiro: Objetiva: 2000.

GUERRA, Leonor Bezerra et al. *NEUROEDUCA* **-** Inserção da Neurobiologia na Educação. Anais do 2º Congresso Brasileiro de Extensão Universitária. Belo Horizonte: UFMG, 12 a 15 set. 2004.

IZQUIERDO, Ivan. *Questões sobre memória*. São Leopoldo: Unisinos, 2004.

_____. *Memória*. Porto Alegre: Artmed, 2002.

JARDINI, Renata Savastano. **"***Método das boquinhas": alfabetização e reabilitação dos distúrbios da leitura e da escrita.* São Paulo: Casa do Psicólogo, 2003.

LEIBIG, S. *O que é Neuroeducação*. Disponível em: <http://www.neuroeducacao.com.br/neuroeducacao.htm>. Acesso em: 24 fev. 2016.

LEITE, M. Estudos sobre a teoria de Piaget. *Cadernos CEDES*. Nº 14, São Paulo: Cortez, 1991.

LENT, R. *Cem bilhões de neurônios*. 2 ed. São Paulo: Atheneu, 2010.

_____. *Cem bilhões de neurônios*: conceitos fundamentais da neurociência. São Paulo: Atheneu, 2001.

LIEURY, Alain. *A Memória: do cérebro à escola*. Trad., Ramon A. Vasques. São Paulo: Ática, 1997.

MACHADO, A. B. M. *Neuroanatomia funcional*. 2 ed. São Paulo: Atheneu; 2006.

MATURANA, Humberto. *De máquinas e seres vivos*. Porto Alegre: Artmed, 1997.

_____; VARELA, Francisco. *A árvore do conhecimento*: as bases biológicas da compreensão humana. São Paulo: Palas Athena, 2001.

MEIRIEU, Philippe. *Aprender... sim, mas como?* Porto Alegre: Artmed, 1998.

MORA, Francisco. *Como funciona o cérebro*. Porto Alegre: Artmed, 2004.

MORAES, Maria Cândida. *Pensamento ecosistêmico*: educação, aprendizagem e cidadania no século XXI. Petrópolis: Vozes, 2004.

_____; TORRE, Saturnino de la. *Sentipensar*: fundamentos e estratégias para reencantar a educação. Petrópolis: Vozes, 2004.

MORAIS, Antônio Manuel Pamplona. *A relação entre a consciência fonológica e as dificuldades de leitura.* São Paulo: Vetor, 1997.

MORIN, Edgar. *O método III*: o conhecimento do conhecimento. Porto Alegre: Sulina, 1999.

OLIVEIRA, Marta Kohl de. *Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento. Um processo sócio-histórico.* 4. ed. São Paulo: Scipione, 2003.

OLIVIER, Lou. *Distúrbios de aprendizagem e de comportamento*. 4 ed. Rio de Janeiro: Wak, 2008.

ORGANIZAÇÃO DE COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICOS (OCDE). *Compreendendo o cérebro*: rumo a uma nova ciência do aprendizado. São Paulo: Senac, 2003.

ORTEGA, Francisco J.G. Os desafios da Neurociência para a sociedade e a cultura. *Revista Instituto Humanitas Unisinos*. ago/set., 2006. São Leopoldo (RS).

PAÍN, Sara. *Diagnóstico e tratamento dos problemas de aprendizagem***.** Trad. Ana Maria Netto Machado. Porto Alegre: Artes Médicas, 1992**.**

PIAGET, Jean. *Fazer e compreender.* São Paulo: Melhoramentos, 1978.

POPPOVIC, A. M. *Alfabetização: um problema interdisciplinar*. São Paulo: Cadernos de Pesquisa da Fundação Carlos Chagas, 1972.

POSNER, Michael I.; RAICHLE, Marcus E. *Imagens da mente*. Porto: Porto Editora, 2001.

ROCHA, Armando de Freitas. *Pesquisa FAPESP – desenvolvimento de software para avaliar o ensino* (2001). Disponível em: <http://www.revistapesquisa.fapesp.br/site_teste/extras/imprimir.php?id=1207&bid=1>. Acesso em: 24 fev. 2016.

SABBATINI, Renato M.E. Neurônios e Sinapses – A história de sua descoberta. *Revista Cérebro & Mente,* n.17. mai/ago. 2003.

SABBATINI, Renato. *Idade avançada e funcionamento cerebral*. Disponível em <http://www.sabbatini.com.br>. Acesso em: 24 fev. 2016.

SAMPAIO, Carmen Sanches. *Alfabetização na Pré-escola*. (fragmentos). Nova Escola Edição n.163. Junho/Julho. 2003.

SÁNCHEZ-CANO, Manuel; BONALS, Joan. *Avaliação psicopedagógica*. Trad. Fátima Murad. Porto Alegre: Artmed, 2008.

SANTOS, Guilherme C. M. *NEUROLAB*. (2006) Disponível em <http://www.neurocienciaonline.com.br>. Acesso em: 14 fev. 2016.

SCOZ, B. J. L. et al. *Psicopedagogia e realidade escolar*. 9. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2002.

SILVA, Adilson L. da S. *A Noção de Modelo na Ciência Cognitiva: Do Funcionalismo à Sistêmica.* Dissertação de Pós-graduação em filosofia. Marilia (SP): Universidade Estadual Paulista, 2005.

SILVEIRA, L.C. Neurociência no Brasil: uma revolução tecnológica ao nosso alcance. *Revista Neurociência*, Vol.1. n.1. jul/ago.2004.

SISTO, F. F. Dificuldades de aprendizagem. In: SISTO, F. F. et al**.** *Dificuldades de aprendizagem no contexto psicopedagógico.* Petrópolis, RJ: Vozes, 2001.

TARDIF, Maurice. *Saberes docentes e formação profissional*. Petrópolis: Vozes, 2003.

TELES, Antonio Xavier. *Psicologia moderna*. 23 ed. São Paulo: Ática, 1983.

VAYER, P. *A criança diante do mundo: na idade da aprendizagem escolar*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1982.

VAYER, P; PICQ, L. *Educação psicomotora e retardo mental.* 4.ed. São Paulo: Manole, 1988.

VIGNAUX, Georges. *As Ciências Cognitivas - Uma Introdução,* 1ª ed.. Lisboa, Instituto Piaget, Coleção Epistemologia e Sociedade, 1995, 361 p..(Tradução do francês Les Sciences Cognitives - Une Introduction, de Maria Manuela Guimarães. Paris, Édtions La Découvert, 1991).

WEISS, Maria Lucia Lemme. *Psicopedagogia clínica: uma visão diagnóstica*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1992.

ZABALZA, Miguel A. *O ensino universitário*: seu cenário e seus protagonistas. Porto Alegre: Artmed, 2004.

REFERÊNCIAS DO ARTIGO "AS BASES NEUROBIOLÓGICAS DA APRENDIZAGEM NO CONTEXTO DA INVESTIGAÇÃO TEMÁTICA FREIRIANA"

BISPO, Ronaldo. Flash Aesthesis: uma neurofilosofia da experiência estética. *Trans/form/ação*, São Paulo, v. 27, n. 2, p. 113-142, 2004.

CARVALHO, Fernanda A. H. de. *Reaprender a aprender*: a pesquisa como alternativa me-tacognitiva. 150f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

CARVALHO, Fernanda A. H. de. Neurociên-cias e educação: uma articulação necessária na formação docente.*Trabalho, Educação e Saúde*, Rio de Janeiro, v. 8, n. 3, p. 537-550, nov. 2010/fev. 2011.

FIORI, Ernani M.. Prefácio. In: FREIRE, Paulo. *Pedagogia do oprimido*. 50. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2011.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia da esperança*: um reencontro com a pedagogia do oprimido. 13. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1997.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia da autonomia*: saberes necessários à prática educativa. 40. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2009.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia do oprimido*. 50. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2011.

GOLDMAN, Lucien. *The Human Science and Philosophy*. Londres: The Chancer Press, 1969.

GUERRA, Leonor B. Como as neurociências contribuem para a educação escolar? *FGR em Revista*, Belo Horizonte, v. 4, n. 5, p. 6-9, 2010.

IZQUIERDO, Iván. *Memória*. Porto Alegre: Artmed, 2002.

LENT, Robert. *Cem bilhões de neurônios*: conceitos fundamentais da neurociência. São Paulo: Atheneu, 2001.

MORA, Francisco. *Como funciona o cérebro*. Porto Alegre: Artmed, 2004.

SILVA, Mário M. da; BEZERRA, Edileuza de L. Contribuições das neurociências ao processo de ensino-aprendizagem. COLÓQUIO INTER-NACIONAL EDUCAÇÃO E CONTEMPORA-NEIDADE, 5. São Cristóvão, p. 1-16, 2011. *Anais*... Disponível em: <http://educonse.com.br/2011/cdroom/eixo%2014/PDF/Microsoft%20Word%20-%20CONTRIBUIcoES%20AS%20NEUROCIeNCIAS.pdf>. Acesso em: 15 mar.

SILVEIRA, Jane R. C. da. A imagem: interpretação e comunicação. *Linguagem em (Dis)curso*, Tubarão, v. 5, p. 113-128, 2005.

VAVRA, Karen L. et al. Visualization in Science Education. *Science Education Journal Alberta*, Alberta, v. 41, n. 1, p. 22-30, 2011.

REFERÊNCIAS DO ARTIGO "CONTRIBUIÇÕES DAS NEUROCIÊNCIAS AO PROCESSO DE ALFABETIZAÇÃO E LETRAMENTO EM UMA PRÁTICA DO PROJETO ALFABETIZAR COM SUCESSO"

AUSUBEL, D. P. Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Paralelo, 2002.

BADDLEY, A.; ANDERSON, M. C.; EYSENCK, M. W. Memória. Porto Alegre: Artmed, 2011.

BURROWS, D. The nurse teacher's role in the promotion of reflective practice. Nurse Education Today, Philadelphia, v. 15, n. 5, p. 346-350, oct. 1995.

COULON, A. Etnometodologia e educação. In: FORQUIN, J. C. (Org.). Sociologia da educação: dez anos de pesquisas. Petrópolis: Vozes, 1995.

DALGALARRONDO, P. Psicopatologia e semiologia dos transtornos mentais. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2008.

FERREIRO, E.; TEBEROSKY A. A psicogênese da língua escrita. Porto Alegre: Artes Médicas, 1979.

FOGARTY, R. Brain compatible classrooms. Alington Heighs: Skylight, 1997.

GENTILE, P. Lembre-se: sem memória não há aprendizagem. Nova Escola, São Paulo, n. 163, p. 43-47, jun./jul. 2003.

MASLOW, Abraham H. Toward a psychology of being. New York: Wiley, 1998.

MORAES, A. O livro do cérebro 2: sentidos e emoções. São Paulo: Duetto, 2009.

MORAIS, A. G.; ALBUQUERQUE, E. B. C.; LEAL, T. F. (Org.). Alfabetização: apropriação do sistema de escrita alfabética. Belo Horizonte: Autêntica, 2005.

ROWE, M. B. Teaching science as continuous inquiry. New York: MacGraw-Hill, 1973.

SCHACTER, D. The sevens sins of memory. New York: Hogton Mifflin, 2001.

SPRENGER, M. Memória: como ensinar para o aluno lembrar. Porto Alegre: Artmed, 2008.

SQUIRE, L. R.; KANDEL, E. R. Memória: da mente às moléculas. Porto Alegre: Artmed, 2003.

REFERÊNCIAS DO ARTIGO "REDESCOBERTA DA MENTE NA EDUCAÇÃO: A EXPANSÃO DO APRENDER E A CONQUISTA DO CONHECIMENTO COMPLEXO"

ANDLER, D. *Introduction aux sciences cognitives.* Paris: Gallimard, 1992.

BOURDIEU, P. *O poder simbólico*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1989.

BRIZENDINE, L. *Como as mulheres pensam.* Rio de Janeiro: Campus, 2006.

CONDON, S.W. Cultural microrhythms. In: DAVIS M. (Org.). *Interaction rhyms:* periodicity in communicative behavior. Nova York: Human Sciences, 1982. p. 53-76.

DAMÁSIO, R.A. *O erro de Descartes*: emoção, razão e o cérebro humano. São Paulo: Cia das Letras, 1996.

DELEUZE, G. *A dobra:* Leibniz e o barroco. Campinas: Papirus, 1991.

DE MASI, D. *A emoção e a regra:* os grupos criativos na Europa de 1850 a 1950. Rio de Janeiro: José Olympio, 1997.

DE MASI, D.; FREI BETTO. *Diálogos criativos*. São Paulo: DeLeitura, 2002.

DIAMOND, M. Hormonal effects on the development of cerebral lateralization. *Psychoneuroendocrinology,* Berkeley, v. 16, p. 121-129, 1991.

FILDS, D.R. A outra metade do cérebro. *Scientific American*, São Paulo, v. 2, n. 24, p. 47-53, maio 2004.

FOLCAULT, M. *Microfísica do poder.* Rio de Janeiro: Grall, 1979.

FOLCAULT, M. *Vigiar e punir*: história da violência nas prisões. Petrópolis: Vozes, 1987.

GANASCIA, J.-G. *Les sciences cognitives.* Paris: Flammarion, 1996.

GLADWELL, M. *O ponto do desequilíbrio*. Rio de Janeiro: Rocco, 2002.

IZQUIERDO, I. *A arte de esquecer*: cérebro, memória e esquecimento. Rio de Janeiro: Vieira & Lent, 2004.

IZQUIERDO, I. et al. Different molecular cascades in different sites of the brain control memory consolidation.*Trends Neurosci*, London, v. 9, n. 29, p. 496-505, set. 2006.

LENT, R. *Cem bilhões de neurônios*: conceitos fundamentais de neurociência. Rio de Janeiro: Atheneu, 2004.

LIMA, G. *Nômades de pedra:* teoria da sociedade simbiogênica contada em prosas. Porto Alegre: Escritos, 2005.

MATURANA, H. *Emoções e linguagem na educação e na política.* Belo Horizonte: UFMG, 1999.

MORIN, E. *O método III*: o conhecimento do conhecimento. Lisboa: Europa América, 1987.

PESSOA, F. *Livro do desassossego.* São Paulo: Cia das Letras, 2001.

POMBO, O. *Interdisciplinaridade:* ambições e limites. Lisboa: Relógio d'Água, 2004. p. 73-104.

POMBO, O. Práticas interdisciplinares. *Sociologias*, Porto Alegre, v. 8, n. 15, p. 208-249, 2006.

RESTREPO, L.C. *O direito à ternura*. Petrópolis: Vozes: 1998.

SCHULTZ, B. *Sanatório.* Rio de Janeiro: Imago, 1994.

ZIMMER, C. *A fantástica história do cérebro*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.