

O CAMINHO DA APRENDÊNCIA E AS CONTRIBUIÇÕES DAS NEUROCIÊNCIAS

*Marilene Robatto de Ramalho Sampaio**

RESUMO:

Este artigo alicerça-se numa metáfora usada como isóforo. Explicita o processo de aprendizagem de cada época enfatizando as teorias correspondentes, bem como as contribuições das neurociências. Faz correlações, por isomorfismo, entre as teorias da aprendizagem e os questionamentos do ilustre visitante da Idade Média. Numa breve incursão migra do como ensina a Escola, focado nas teorias que privilegiam o ENSINO, à metacognição quando se aprende o que é APRENDER. Parte da abordagem empiricista, quando a escola tradicional e transmissiva teve o seu primado na memorização e na intervenção do professor bem preparado e estabelece um nexos entre educação e plasticidade cerebral nas teorias éico-construtivistas, em especial na histórico-cultural de Vygotski (1996). Evidencia o agora, instante em que o funcionamento do cérebro começa a ser explicitado e a ideia de que cérebro, mente e contexto, num só construto influencia na aprendizagem do sujeito.

PALAVRAS-CHAVE: Aprendizagem; Neurociência; Plasticidade cerebral.

Este trabalho alicerça-se na ressignificação de uma metáfora usada como isóforo e objetiva fazer uma análise das teorias que, como paradigmas, explicam o processo de aprendizagem de cada época, sinalizando, também, para os respectivos fundamentos concernentes às neurociências.

O texto metafórico, de autoria desconhecida, trata da morte do homem medieval que ressuscita nesta contemporaneidade, e perplexo experiencia quais as maiores

* Mestre em Ciências Sociais pela Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias (ULHT), Portugal. Professora da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (Uesb), Departamento de Filosofia.

mudanças ocorreram, bem como pensa constatar que somente a Escola permanece inalterada.

Sem ter a pretensão de falar conclusivamente sobre o fenômeno educativo que por sua natureza não é uma realidade acabada, este artigo, num primeiro momento, responde ao visitante como a escola ensina, no intuito de mostrar, resumidamente, a prática docente e o sentido que fundamenta a respectiva ação. Descreve, também, os estudos relacionados com o cérebro, mas que não tiveram influência com a maneira de ensinar daquela época correspondente. Isto pode ser constatado segundo os princípios das teorias do conhecimento em que são baseadas as escolas psicológicas, quando o primado é o objeto (empirismo), característica das abordagens tradicional e comportamentalista. Cita-se, também, a abordagem do escolanovismo, de natureza didaticista. Em seguida, faz uma breve incursão sobre as teorias com enfoque no sujeito, de natureza humanista, (mesmo que não sejam puramente apriorísticas), bem como sobre as interacionistas, característica esta pertinente às teorias cognitivistas e co-cognitivistas.

Submetendo-se ao risco de ser reducionista, de cada teoria privilegiam-se, apenas, os aspectos mais significativos e capazes de caracterizar a teoria enfocada, bem como explicita de que forma as neurociências contribuem para a compreensão do fenômeno do ato de aprender, pertinente à teoria correspondente. Para isto, usa-se a metáfora mencionada e atendendo aos objetivos do trabalho proposto, tenta-se fazer correlações, por isomorfismo, entre as teorias da aprendizagem e os questionamentos do ilustre visitante. Este homem da Idade Média, não entende os avanços das neurociências nem muito menos as relações com a aprendizagem. Ainda, nas considerações finais, propõe-se uma aprendizagem resultante de uma educação transdisciplinar, quando os seus resultados já não se podem resumir a conhecimentos acumulados, mas sim constituir-se em experiências de uma aprendizagem em que cérebro, mente e contexto formem um só construto. Analogamente ao cérebro, esta aprendizagem, deve modelar-se fomentando a competência para se continuar aprendendo, sempre, municiando-se dos conhecimentos sobre as neurociências os quais devem ser consolidados na prática docente.

O primeiro contato do visitante com as teorias que privilegiam o ENSINO

O andarilho intergaláctico, vindo de outro pluri-verso, carregando, em si, o fenômeno da pertinência, experiencia a dimensão física do agora e constata que esta foi modificada significativamente pela tecnologia. Sendo portador dos esquemas mentais de homem da Idade Média não entende as inúmeras inovações resultantes do progresso da ciência e também da globalização. Busca, então, guarida em inúmeras instituições as quais não satisfazem aos seus anseios de homem marcado pelo paradigma metafísico e contemplativo, que considera a perfeição como algo acabado e imutável. Assim, com uma visão maniqueísta do seu tempo, passa a categorizar as coisas que o rodeiam como boas ou más, como se estas trouxessem inerentes a classificação enganosa e fixista de tais qualidades.

Como no seu pensar persistiam os dois mundos opostos e dicotômicos onde só havia lugar, de modo separatista e de exclusão, apenas, para uma ou outra coisa, inicialmente este homem não pode interagir com o contexto contemporâneo, visto as discrepâncias existentes. Então parte em visita à Escola, como o seu ultimo refugio. Ali encontra suporte resiliente para o seu pensamento, posto que, similarmente à Idade Média a escola serve, ainda, para perpetuar a hierarquia social e o ensino tem resquícios das características niilistas das normas do *trivium* e do *quadrivium* regidos pela racionalidade.

Com a sua homeostase parcialmente recuperada, constata, ainda, que perduram na esfera educacional, os princípios da meritocracia tão próprios da sua época, o que ratifica a visão essencialista das coisas, entendidas como definitivas e imutáveis. E numa curiosa inquietação faz a sua primeira pergunta: Como ensina a Escola?

Claro é que o seu conceito de ensino corresponde ao tipo de pensamento abissal, similar às linhas cartográficas que demarcavam, separadamente, o Velho e o Novo Mundo (SANTOS, 2007) e cuja característica era a impossibilidade da co-presença dos dois lados da linha. Desconhecia a psicologia, em virtude de que, naquela época a mesma

não existia como ciência, sendo o seu intento defender para si postulados de um projeto que a tratava de ficções e abstrações. Das neurociências este viandante trazia as mais antigas informações, dentre as quais sobre o sistema nervoso destacadas no papiro, por Ediwyn Smith (1700 anos a.C.), bem como as ideias oriundas da antiguidade uma vez que, já no século V a.C. Hipócrates supôs que o cérebro era a sede da sensação e da inteligência humana (tese encefalocentrismo) (PINHEIRO, 2005). Sabia também que Aristóteles, diferentemente, comparava o cérebro a um radiador capaz de esfriar o sangue aquecido pelo coração Bear (2008), (tese cardiocentrismo). E mais: que as ideias de Hipócrates foram ratificadas seis séculos depois por Galeno, sendo acrescentadas das informações que o encéfalo comanda, também, os músculos; que a memória e sensações estão impressas nos tecidos nervosos; bem como os nervos cambiam o líquido vital, ou humor (MARINO JR. Apud PINHEIRO, 2005).

Aquele visitante ao observar o que se passava com a escola que estava sendo visitada o fez mediante critérios que influenciavam o seu ideário. Eram as ideias de Galeno as quais perduraram por mil anos, as representações do sistema nervoso feita por Da Vinci e ainda as informações de que o encéfalo era composto do *cerebrum*, (que se relacionava com as sensações e era o repositório da memória) e do *cerebellum* (o controlador dos músculos) (PINHEIRO, 2005).

Mediante algumas evidências, conclui que, nos sistemas educacionais contemporâneos, ainda permanecem características estruturais similares ao seu tempo, ou seja: que os conhecimentos do cérebro não são, ainda, aplicados à aprendizagem, não obstante o esforço de pensadores que preocupados com o fenômeno ensino/aprendizagem expressam as suas ideias através da construção de teorias. Classificadas em dois grupos, segundo Saviani (1988), constituem-se naquelas que acreditam ser a educação paradoxal e correspondentemente instrumento de equalização, e de modo contrário, de discriminação social. Ante tal contradição a educação emerge como força homogeneizadora, não obstante trazer as peculiaridades e características de cada época, segundo as respectivas teorias da aprendizagem.

Fazendo parte do primeiro grupo surge a escola denominada tradicional, que usa uma metodologia igual para todos, bem como para todas as idades, em consonância com a crença na igualdade da essência humana. É abordagem que não se funda implícita ou explicitamente em teorias empiricamente válidas, mas sim numa prática educativa e na sua transmissão (MIZUKAMI, 1986). Esta educação, eminentemente verbalista, transmissiva e estratificadora é também classificatória, onde a teoria e prática são vistas de modo dissociado, e o aluno, passivo, tido como *homunculus* é tratado como o homem em miniatura.

O caráter cumulativo do conhecimento adquirido mediante a transmissão de informações, à moda das metáforas da pirâmide e dos vasos comunicantes afirma ser a sua ocorrência, sempre oriunda da memorização de esquemas atomísticos, quando a educação é entendida como um produto (MATUÍ, 1996).

A explicação de como se aprende, na abordagem tradicional, tem reverberações platônicas, posto que persistia ainda, como concepção de alguns autores, a teoria da reminiscência. Esta teoria denominada de *ANAMNESIS*, exposta por Sócrates no diálogo Menon, tinha como ponto fulcral a recordação e nomeava o docente como sendo o “parteiro de espíritos” e a sua técnica a maiêutica. Cita-se, também, a abordagem biológica, na qual o papel da memória tinha destaque, e as evocações tornavam-se vivas. Estas eram traduzidas por uma representação mental daquilo que foi percebido (CONNES apud MOSER, 2002).

Da nascente neurologia do século XIX tinha-se registro da influência da retomada da teoria localizacionista feita por Jackson e posteriormente por Broca e Wernicke. Não se vislumbrava, também, na educação daquela época, aplicação dos estudos de Camillo Golgi que desenvolveu a estrutura e o funcionamento dos neurônios, permitindo a visualização por Cajal de um único neurônio, mediante a *rezione negra* (GAZZANIGA et al., 2008).

Outros tantos estudos podem ser citados, mas que de nada interferiram no ato de ensinar ou de aprender daquela época. Foram eles, dentre outros: 1)-as demonstrações de Luigi Galvani (século VIII), que afirmou serem os nervos emissores de corrente elétrica e

que estes reagem a ela; 2)-as ideias de Franz Joseph Gall e J. G. Spurzheim que declararam que o cérebro era organizado com cerca de 35 funções específicas. E ainda, que a parte que mais funcionasse faria o cérebro crescer, modificando a anatomia do crânio, sendo index da classificação dos tipos de personalidade (personalidade anatômica) (BEAR, 2008); 4)-o surgimento da frenologia, tida como sendo a ancestral da teoria do modularismo cognitivo; 5)-e a defesa de que diferentes regiões do cérebro são especializadas na execução de diferentes funções (HORGAN, 2002). Os princípios contidos na produção de William James que escreveu **Princípios de Psicologia** em 1890, não tiveram eco na educação tradicional, nem muito menos, a produção de Freud que começava a expor a sua teoria psicanalítica (HORGAN, 2002).

Baseando-se nas ideias de Moser (2002), tanto o ensino verbalista na Idade Média, quanto aquele baseado numa psicologia sensual empirista, respectivamente nos séculos XVII e começo do século XX (no Brasil), a ênfase era dada ao mundo externo e partia do pressuposto de que a inteligência ou qualquer nome dado à atividade mental é faculdade capaz de armazenar e acumular informações. O conhecimento transmitido é dedutivo, e preponderam atividades de imitação, na perenização de um passado como lição armazenada para o futuro.

Ao analisar as concepções psicológicas do ensino tradicional, Aebli (1978 apud MIZUKAMI, 1986), comenta que os seus elementos fundamentais eram imagens estáticas, gravadas nas mentes individuais. Este ensino, por desconhecer as atividades psíquicas, recorria a intuição ou a imaginação dos alunos, quando as reações, estereótipos, automatismos e hábitos, eram tidos como index de uma aprendizagem superficial. Os estudos das neurociências, nessa época, eram confundidos ora como sendo uma linha da psicologia, algo com dimensão biológica ou ainda, como algo identificado com a neuropsicologia.

O visitante questionou: por que a educação tradicional não foi influenciada pelos estudos do cérebro, ideias existentes no início do século XX?

A neuropsicologia moderna que começou em 1913, com Donald Olding, citado por Horgan, e Lúria e Hebb esteve sob a égide da teoria que este propôs e que falava sobre o funcionamento do *cortex* cerebral a partir de conexões neuronais modificáveis, ou seja: uma teoria para a memória. Não obstante esta teoria caracterizada pela plasticidade sináptica haver afirmado que a transmissão de mensagem entre neurônios é algo modulável de acordo com as circunstâncias, ainda havia, naquela época, outras correntes contrárias. Deve-se enfatizar, contudo, que isto tenha se tornado o modelo celular e molecular da memória, na contemporaneidade.

Citam-se os seguidores de doutrinas equipotenciais, sendo o que contava para o comportamento e função do cérebro era a quantidade de massa encefálica (LASHLEY, 1929), como também os localizacionistas, que se empunharam na busca de mapas de localização de funções neurais (MOSEY, 2002). Naquela época esses conhecimentos não foram aplicados à educação, posto que, (salvo melhor juízo), não existiu uma sistematização científica sobre as influências do estudo do encéfalo na aprendizagem, durante a chamada Escola Tradicional.

Revelada como inadequada, esta escola cedeu aos escolanovismo (chegado ao Brasil em 1920), no intento de conseguir a equalização da escola, baseando-se na concepção de que a existência precede a essência. A preocupação não era com o sujeito ignorante, mas aquele rejeitado (SAVIANI, 1988). As categorias da aceitação e do acolhimento passaram a ser o cerne da Escola Nova, existencialista por natureza. O “quê” ensinar foi substituído pelo “como” ensinar e a mudança de foco do político para o técnico-pedagógico constituiu-se num novo ideário educacional, que estigmatizou a escola tradicional de todas as mazelas, enquanto a escola Nova só era portadora de virtudes.

Sob a égide desse contexto, o escolanovismo foi embasado, sendo que em 1950 muitos cientistas, mesmo fazendo experimentos com animais em laboratório, ainda acreditavam que a memória era uma função única, embora altamente versátil o que foi posteriormente defendido pelo pesquisador Karl Lashey. Este afirmou que as memórias são processadas e armazenadas não em um único local, mas por todo o cérebro,

reconhecendo a existência das várias categorias da memória, como a declarativa, implícita, a curto e longo prazo, procedural, episódica, sem deixar de enumerar o fenômeno *priming*, que se assemelha à velha noção subliminar (HORGAN, 2002).

Foi nesse contexto que historicamente o estudo da aprendizagem começou a ser efetivada com o viés mais científico. Contudo, não obstante experimentos acontecessem com pessoas anormais efetuados por Montessori e Decroly, sendo o seu método um dos mais difundidos no âmbito educacional, os aspectos ligados à neurologia, conexões neurais e a plasticidade cerebral ficaram obscurecidos. Somente mais tarde é que vieram a constituir os fundamentos práticos de um novo método privilegiado de se educar (MORALES, 2005).

E aquele homem-visitante, que começa a ser contagiado pelo pensamento atual o qual se caracteriza pela capacidade de produzir e radicalizar distinções visíveis e invisíveis, além de deter o monopólio da distinção universal entre o verdadeiro e o falso, pergunta: qual a certa das teorias citadas? qual a que melhor explica o que é ensinar?

Considerando-se certo que a validade universal da verdade científica é, reconhecidamente, sempre muito relativo dado ao fato de poder ser estabelecida apenas em relação a certos tipos de objetos em determinadas circunstâncias e segundo determinados métodos, não se pode responder ao viandante (SANTOS, 2007). Diz-se, sim, que o objetivo deste trabalho não é fazer juízo de valor sobre as teorias de aprendizagem, mas sim incursionar sobre as suas características, com vistas a ter-se uma visão temporal e contextualizada sobre as várias maneiras de ensinar e outras tantas de aprender; daí enfatizar-se, inicialmente, a contribuição das neurociências, nas teorias condutivistas, comportamentalistas, humanistas e cognitivistas.

A teoria reflexológica do condicionamento clássico de Pavlov, bem como a teoria condutivista do condicionamento operante de Skinner foram fundamentadas mediante informações de que o conhecimento do *cortex* tem três funções: receber sinais dos órgãos sensoriais, controlando os movimentos voluntários e formando associações; controlar os movimentos físicos e os sentidos complexos, e ainda que o lóbulo frontal controla

pensamento de ordem superior [controle dos movimentos voluntários e formação de associações] (Mario Morales Navarro, Comunicação pessoal, janeiro de 2009). Os comportamentalistas ou behavioristas, também empiristas, consideram a experiência como a base do conhecimento e Skinner é considerado, no Brasil, como um representante da análise funcional do comportamento. Este autor não se preocupou com o que ocorria no cérebro durante o processo de aprendizagem. Preocupou-se sim, com o controle do comportamento observável, posto que, segundo ele, estes são neurológicos, que obedecem a leis e que podem ser identificados. Com ênfase no ensinar, o reforço assume papel importante, dando lugar a comportamentos autogerados, e a aprendizagem passa a ser a organização (estruturação) dos elementos. Analogamente à tradicional, dá ênfase ao produto obtido, ao diretivismo e às relações duais, mediadas pela programação e pelo planejamento de ensino (MIZUKAMI, 1986).

Deste modo, o behaviorismo não considerou a mente como um objeto de estudo científico e sim como uma caixa preta. O seu funcionamento interno só poderia ser conhecido examinando-se os *sens inputs e outputs* (HORGAN, 2002), sendo estes considerados objetos legítimos de questionamento psicológico Lashley (1929). Esta corrente evocava alguns postulados a saber: 1)-que o comportamento não podia ser explicado somente mediante cadeias de associações, visto considerar-se o cérebro um sistema representacional com muitas capacidades a partir daquela que se refere ao processamento de informação; 2)-que esta abordagem, segundo Chomsky (1995), não podia explicar a estrutura da linguagem. Esta capacidade é tida, atualmente, não como construtos que surgiram de nosso cérebro simplesmente pelo seu tamanho, mas que são mecanismos de *feedback* positivos de seleção natural. Contudo, carece de estudo, segundo os critérios de Bullock, que propõe para a neurociência comparada, o aprofundamento sobre a origem, as regras e a relevância (GAZZANIGA et al., 2008).

Paralelamente ao associacionismo de Pavlov, Thordike tentou criar alternativas para o estudo do comportamento de forma independente da fisiologia, mediante objetivos descritivos, como Watson, Hull ou Skinner que estudaram as categorias

empiricistas, as quais geraram a Psicologia da Gestalt que admite que o sentir e o perceber são dois tipos de respostas que permitem a interação entre o homem e o ambiente.

A abordagem humanista que tem o ensino centrado no aluno e ênfase nas relações interpessoais, tem em Rogers W. Sperry e Niel o seu mais significativo aporte, quando a não diretividade implementa a atitude básica de respeito e de confiança pelo aprendiz. O subjetivismo e o vir a ser tão próprios do ser humano fazem emergir as relações EU e TU ao invés de EU e ISTO, citado por Buber.

Rogers, mediante os estudos com os cérebros comissurotomizados mostrou que as especialidades dos hemisférios cerebrais podem ser diferentes e que raramente a especialização hemisférica significa especialização funcional. Contudo, não conseguiu que esses conhecimentos influenciassem o seu método não estruturante do processo de aprendizagem (PUENTE apud MIZUKAMI, 1986), visto a não diretividade ter sido construída com base na sua própria experiência.

Deslocamento de foco: do ensinar para o aprender

Neste dado momento o ilustre visitante ainda surpreende com mais perguntas fustigadoras: considerando que o objeto de estudo constitui-se num mesmo fenômeno, ou seja, - a aprendizagem, como entender a existência de tantas teorias? O quê ocorre então, quando se aprende? Em que consiste o aprender?

Em resposta, diz-se que teorias são construções, não eternas, constituídas de conceitos e princípios para darem explicações das regularidades dos fenômenos estudados. A ocorrência de várias teorias concernentes à aprendizagem prende-se, então, à natureza dos princípios ou categorias utilizadas para se responder às perguntas complexas feitas, e também para se entender as novas realidades que passam a existir como consequência da ação interveniente das respectivas ciências.

Neste momento observa-se que o foco da pergunta daquele visitante desloca-se do ensinar para o aprender, do mesmo modo que, similarmente, o conceito de

inteligência tida como uma entidade individual, imutável, de QI mensurável, (Binet e Simon) passa a ser estudada como evento complexo, sem comportar então, níveis taxionômicos ou rótulos rígidos, ou outras tantas classificações.

Para dar conta da complexidade dessas perguntas, diz-se que surgiram teorias de abordagem cognitivista que implicam, dentre outros aspectos, o estudo da aprendizagem com influência das neurociências, entendendo o ato de aprender como sendo um produto das relações do sujeito com o seu ambiente externo. Emoção e conhecimento se articulam para responder às relações de natureza interacionista, baseando-se, inicialmente, na epistemologia genética de Jean Piaget que hoje recebe redefinições enriquecedoras, mediante trabalhos de Vygotski, Lúria, Leontiev, Wallon, Nuttin, e mais recentemente, a de Feuerstein (2000, p. 353 *apud* MATUÍ, 1995). E ao viajante lhe foi dito: “*El llamamiento de un viajero que, por haber desejado el camino ha llegado de repente por suerte a un punto de vista desde el que todo se ilumina y que grita a sus companeros: Venid e ved! Chardin*”.

Aquele viandante que experienciou o caminho do inatismo, do associacionismo, apercebeu-se do conhecimento interacionista de Kant, resultado da exacerbação ora do sujeito (racionalismo), ora do objeto (empirismo), aprende, agora, sobre a importância da aprendizagem com base na interação e na mediação. Aprende, também, conceitos como auto plasticidade, modificabilidade cognitiva estrutural (MCE), funções e mapas cognitivos, experiência de aprendizagem mediada (EAM), ancoragem, como facilitadores no diagnóstico e na intervenção do processo de aprendizagem.

As abordagens cognitivistas, com base filogenética e com enfoque neuropsicológico, alicerçam-se na crença do indivíduo enquanto ser aprendente. O temo aprendizagem (*apprenance*) tomado emprestado de Assmann (2001) substantiva o título deste artigo. Sua função constrói e se constrói e seu estatuto de ato existencial caracteriza efetivamente o ato de aprender, indissociável da dinâmica do ser vivo. É nesta dinâmica interativa que emergem as funções psíquicas superiores daí as referidas abordagens encerrarem visão dialógica, que funcionam como duas forças: o construtivismo, explícita na estruturação significativa do pensamento, e a co-construtivista, enquanto força do pensamento, com base nas interações sociais interiorizadas e mediatizadas (FONSECA,

2008). Recorrem, assim, ao conflito sócio cognitivo de Doise (2002), que consiste na articulação de ordem individual com explicações de ordem societal.

Qual o papel das neurociências em relação às tórias da aprendizagem, na contemporaneidade? Perguntou aquele homem

Ao visitante lhe foi dito que, apesar das neurociências terem tradição e possuírem uma antiga herança, a aplicação dos seus conceitos à educação, no que concerne à aprendizagem é recente. São as abordagens cognitivistas que começaram a tirar partido dos estudos destas ciências, tomando como exemplo, o co-cognitívismo de Vygotsky, sendo que este sentiu necessidade de aperfeiçoar seus conhecimentos também na área médica, por saber da importância da neurologia na compreensão do funcionamento psicológico do homem (OLIVEIRA, 2003).

Neste momento procura-se fazer relações entre as contribuições das neurociências e as teorias psicológicas que se preocupam, realmente, com o fenômeno da aprendizagem, informando-se o que segue.

Os estudos de Huttenlocher comprovam que a explosão de sinapses atinge seu auge na idade de seis anos, quando o cérebro começa a eliminar as conexões sinápticas não usadas, sendo que aos catorze anos o circuito cerebral está mais ou menos completo. Sabe-se, também, que as experiências externas tornam este órgão operativo, trabalhando as redes neurais para a linguagem, o raciocínio e outras atividades mentais. Estudando isto Oliveira (2003) encontrou nexos entre educação e plasticidade cerebral na teoria histórico-cultural de Vygotsky. Segundo este as atividades dos neurônios geram um mundo interno que se adapta e se modifica à medida que interage com o meio ambiente, sendo que os sentidos são o elo de comunicação. A evolução, experiência e sobrevivência humanas são determinadas pelas constantes trocas de mensagens e respostas, remodelando ambos para fins de adaptação, posto que a pluralidade cultural desencadeia mudanças no cérebro. A cada nova vivência e aprendizado, novas conexões neurais são acrescentadas (CARDOSO, 2000 apud OLIVEIRA, 2003), e a plasticidade cerebral é

vinculada ao desenvolvimento do sistema nervoso, na sua compreensão sócio-histórico-educativa.

É possível então, estabelecer a partir do supramencionado, um nexos entre educação e plasticidade cerebral nas teorias co-constructivistas, em especial na histórico-cultural de Vygotsky, baseando-se no texto, infra mencionado, que fala dos postulados universais sobre o homem.

A pertinência do homem à espécie humana com limites e possibilidades definidos pela evolução da espécie que lhes fornece um substrato biológico estruturado como base do funcionamento psicológico [...] e a ligação dessa estrutura biologicamente dada com o papel essencial atribuído aos processos históricos, na constituição do ser humano. Isto se dá por uma característica universal da espécie, a plasticidade do cérebro, como órgão material da atividade mental (TAILLE et al., 1992).

Prosseguindo, abordando-se a mediatização que assume um fenômeno sociocultural e se constitui numa das características mais importantes das teorias co-constructivistas, e também continuando o estudo por isomorfismo, diz-se desta categoria não consistir em exposição direta e solitária do indivíduo ao envolvimento, como sugere o modelo de Piaget. Contrariamente, mediante ferramentas simbólicas, bem como por pessoas mais experientes quando se colocam entre o indivíduo e o envolvimento alterando as condições da interação, esse processo faz surgir novos mecanismos de atenção compartilhada (TOMASELLO, 1999 apud MORALES, 2005)

A este processo de internalização Vygotsky denominou de (ZDP), zona de desenvolvimento proximal. Esta é marcada pela postulação de que o desenvolvimento deve ser olhado prospectivamente, como sendo o mais importante no percurso de desenvolvimento daqueles processos que já estão embrionariamente presentes no indivíduo, mas que ainda não se consolidaram. Sendo assim, cabe ao professor o papel explícito de interferir na zona de desenvolvimento proximal dos alunos, provocando avanços que não ocorreriam espontaneamente (OLIVEIRA, 2003).

Todas essas afirmações têm reverberações nas neurociências, quando se estuda que comprovadamente há um crescimento neuronal e regeneração em resposta a fatores

ambientais. Estudos em lesões usando-se da neuroimagem mostraram que uma significativa porção do cérebro humano é destinada ao comportamento social e que nos humanos as áreas neocorticais são maiores e apresentam microcircuitos mais complexos do que nos outros primatas. Estudou-se também, que o córtex pré-frontal, principal centro de planejamento e controle das emoções é a parte evolutivamente mais recente do neocórtex e se comunica com importantes regiões perceptivas através de seus neurônios altamente multimodais. Sabe-se também, que ocupam uma porção muito maior do cérebro humano do que nos outros animais (GEARY, 2001; MILLER; FREEDMAN; NALLIS, 2002 *apud* ANDRADE; PRADO, 2003). Ora, os autores Andrade e Battacharya (2003), Besson e Schon (2001) e Huron (2001), citados por ANDRADE; PRADO, 2003, associando-se aos outros tantos autores, consideram que o córtex pré-frontal em conjunto com as regiões específicas do córtex temporal e junções têmporo-parietais, também participam no processamento da linguagem verbal. É quando sistemas neuronais sobre comunicação não verbal dentre outros, parecem servir a aspectos sócioemocionais. Assim, na lógica deste trabalho isto torna importante para a ocorrência da união e do acolhimento, entre os sujeitos do grupo, sendo imprescindíveis para o desenvolvimento da Zona Proximal.

Outra categoria que se pode fazer relação com as neurociências é a zona de desenvolvimento real, caracterizada por Vygotski (1996) como sendo a aprendizagem já consolidada, o que permite a consecução da atividade de forma independente, sobre as estruturas das funções psicológicas e processos mentais superiores. Vygotsky (*op.cit*) concluiu que as origens das formas superiores de comportamento consciente deveriam ser achadas nas relações sociais que o indivíduo mantém com o mundo exterior, o que Lúria (2003, p. 25 *apud* MORALES, 2005) completa afirmando que o homem não é apenas um produto de seu ambiente e sim também, um agente ativo no processo de criação deste meio. Corroborando com a fundamentação, Leontiev sustenta, também, que existe uma sincronia entre essas estruturas e o desenvolvimento de sistemas cerebrais funcionais, necessários para a realização de atos específicos, quando diz:

[...] a criança não nasce com órgãos preparados para cumprir funções que representam o produto do desenvolvimento histórico do homem. Estes órgãos desenvolvem-se durante a vida da criança e derivam da sua apropriação da experiência histórica. Os órgãos destas funções são os sistemas funcionais cerebrais, [...] formados com o processo efetivo de apropriação (LEONTIEV apud MORALES, 2005).

Voltando-se para o visitante, diz-se: partamos agora, para a análise dos princípios da Teoria da Modificabilidade Cognitiva Estrutural de Reuven Feuerstein, com visão metapsicológica que reforça a ideia de zona proximal e da imprescindibilidade da interação, quando afirma que as formas superiores de desenvolvimento humano, (emocionais, cognitivas e simbólicas) são funções da experiência de aprendizagem mediada (EAM). De natureza bioantropológica na sua origem, e psicossocial no seu desenvolvimento, respeita a heterogeneidade e a diferença social (FONSECA, 2008).

Na sua Conferência Máster, observa-se que Feuerstein (2000 *apud* Turra, 2007, 299-302), afirma:

[...] que mudanças ocorrem em resposta a estímulos externos e condições internas. A mudança é estrutural, quando a mudança de uma parte afeta o todo no qual pertence, e quando o processo de mudança é modificado no seu ritmo, amplitude e direção [...] e mais: A EAM sustenta que os fatos ambientais e aqueles relacionados ao organismo são determinantes distais do desenvolvimento cognitivo causando respostas diferenciadas em relação ao meio ambiente, enquanto que o EAM constitui o determinante proximal que influencia o desenvolvimento cognitivo estrutural e o potencial da adaptabilidade e da modificabilidade através da experiência.

Este artigo encontra relações dessa teoria com os estudos feitos na década de 60, por Mark Rosenzweig e Edward Bennett, da Universidade da Califórnia, quando demonstraram através de estudos experimentais, que o ambiente influencia significativamente a arquitetura cerebral. Pouco tempo depois, essas mesmas investigações foram aprofundadas por William Greenough, da Universidade de Illinois. Em resposta a jogos, estimulações e experiências, o cérebro aumenta o volume de

conexões neurais, evidenciando sua plasticidade, conforme apontam essas pesquisas realizadas com ratos criados em uma gaiola rica em elementos como: bolas, rampas, escadas, etc. que revelaram um aumento no peso cortical bruto e na espessura do córtex cerebral, enquanto os outros ratos, criados num ambiente laboratorial normal, não apresentaram nenhuma alteração (SQUIRE; KANDEL, 2002, p. 208 apud MORALES, 2005).

Se a ciência demonstra que a influência de um ambiente rico em estímulos favorece o aumento do peso e espessura do córtex cerebral, em contrapartida, na lógica deste trabalho, a EAM deve ser a fonte geradora desses estímulos, daí as suas interconexões.

Antes que o mais recente homem da idade Média expressasse o que ia em seu pensamento, encerrou-se o estudo por isonomia entre o caminho da aprendizagem e a influência das neurociências, fazendo-se uma síntese.

Ousa-se manter, então, um paralelo entre os planos genéticos de desenvolvimento, assim denominados por Vygotski (1996), relacionando-os com as neurociências, da seguinte forma: 1)-a filogênese, que define limites e possibilidades concernentes à história da espécie humana, tendo como principal destaque a plasticidade cerebral, permitindo que o cérebro se adapte de acordo com o desenvolvimento biológico e situações do contexto; 2)-a ontogênese, que diz respeito à sequência de desenvolvimento natural e biológico da espécie humana, associando a origem das formas superiores de comportamento consciente do homem às relações sociais que o indivíduo mantém com o mundo exterior (LÚRIA, 2003); 3)-a sociogênese, que se refere às diferentes formas culturais que interferem no funcionamento psicológico, servindo como ampliador das potencialidades humanas, onde a ZDP influencia e é influenciada pela plasticidade do cérebro; e por fim, 4)-a microgênese, que se relaciona à história particular de cada fenômeno psicológico, é intimamente influenciada pelas neurociências posto que o homem é um ser auto-eco-organizador (MORIN, 1999). Na sua constituição triádica (cérebro/ mente/ meio), o sujeito, cuja história das relações é denominada por Maturana

(1999) de epigênese, (organizações de segunda ordem), ocorrem relações, destacando-se a singularidade e heterogeneidade de cada indivíduo (OLIVEIRA, 2003).

Pouco antes da despedida...

E naquele espaço-tempo, momento da contemporaneidade, acontece uma metacognição, quando o viandante, aprende o que é aprender...

Extrapolando os seus esquemas mentais de homem da Idade Média, o viandante não fica preso à sua antiga realidade e intervém no agora, fazendo-se oportunidade (DEMO, 2001), e como ator participativo quebra as amarras da ditadura da lógica binária (Kosko, 1999), tentando mostrar, metalinguisticamente, que aprender é repelir a reprodução do seu *status quo*. Entende ainda, que a aprendizagem é fenômeno reconstitutivo que se efetiva mediante saltos não lineares, fazendo valer, também, as ancoragens previstas de uma aprendizagem significativa (1982).

E ao viandante lhe foi dito que o reconhecimento da importância do estudo das neurociências é a *conditio sine qua non* para se consolidar a teoria que entende o aprender como sendo a maior maleabilidade do ser humano e aquela que dá conta da dimensão subjetiva do homem indo além do *apartheid* ocorrido desde Descartes. A dicotomização entre a *res cogitans* e a *res extensa*, identificava a primeira com a mente, com característica de imaterial e estudada pela introspecção. A segunda, a *res extensa*, o corpo, poderia ser entendida mediante o método dedutivo e próximo do método científico atual. Ainda com visão reducionista e calcada na metáfora que associava o corpo a uma máquina e a alma ao seu motor, alguns educadores contemporâneos trazem resquícios de uma época em que Hume, despertando Descartes de seu sonho metafísico, não conseguiu que fossem resgatadas, totalmente, todas as dúvidas sobre a concretude da experiência do mundo. Como consequência, o acesso à subjetividade continua com indagações, cujas respostas são, ainda, incompletas.

Sem este reconhecimento, o pensamento crítico permanecerá um pensamento derivativo que continuará a reproduzir o *status quo* do homem da idade Média. Deve-se

então compreender que a aprendizagem a ser proposta deve gerar uma ecologia de saberes, baseando-se na ideia de que o conhecimento é interconhecimentos, fazendo parte desses, o conhecimento científico (SANTOS, 2007).

Será uma aprendizagem fundada na paráfrase de Lucrecio e Epicuro que há dois mil anos disse que “um desvio mínimo, o *clinamen*, perturba a queda universal dos átomos”. Construída mediante mecanismos tais, esta teoria, embasada nas ideias de Santos (2007 apud ROBATTO, 2007), agirá à moda da *ação-com-clinamen* e substituirá a ação conformista, rotineira, reprodutiva e repetitiva pelo *quiddam* inexplicável que perturba a relação entre causa e efeito, ou seja, a capacidade de desvio que Epicuro atribuiu aos átomos de Demócrito. E mais: um processo que veja nas neurociências a mesma importância que se deu ao *clinamen*, que fez com que os átomos deixassem de parecer inertes e revelassem um poder de inclinação, isto é, um poder de movimento espontâneo (EPICURUS, 1926; LUCRETIUS, 1995 apud SANTOS, 2007). Deve-se, pois, usar-se da criatividade da *ação-com-clinamen* que não se assenta numa ruptura dramática, antes num ligeiro desvio, cujos efeitos cumulativos tornam possíveis as combinações complexas e criativas entre átomos, assim como entre seres vivos e grupos sociais. Como o *clinamen*, essa aprendizagem não deve recusar o passado. Pelo contrário: deve tirar dele o imprescindível para servir de ancoragem aos conhecimentos os quais, numa diástoles e sístoles, ou numa complementaridade (princípio da partícula/onda), ora o assumem e ora o redimem, pela forma como dele se desviam.

Considerações finais

Agradece-se, ao agora, instante em que o funcionamento do cérebro começa a ser explicitado e as suas influências na aprendizagem constatadas. O faz, de modo metalinguístico, e analogamente com a incerteza, a não linearidade e o indeterminismo do paradigma atual, acredita-se que este artigo não responde às dúvidas existentes, considerando-se o estado de clausura e de obscuridade em que as Neurociências aplicadas

à aprendizagem chegou até a contemporaneidade. Computa-se ao desconhecimento da sua importância, principalmente por parte daqueles – os professores, cujo intento e motor dos seus estudos deveria ser a pesquisa de como o sujeito aprende.

Deve-se, então, ao invés de se ater aos princípios da Pedagogia da Declaração que se prende, unicamente, à atitude de denúncia a qual se exaure em diagnosticar o *status quo* vigente, propor-se uma Pedagogia da Ação, quando a aprendizagem será vista por uma lógica transdisciplinar. Uma educação com base em teoria que se confronte com a epistemologia pragmática e reducionista presente na maioria das instituições educacionais. Que entenda a inteligência não coabitar com várias modalidades “janelizadas”, à moda do programa de computador *window*, e que mantém íntima relação com as teorias fatorias e de localização neuronais, bastante desacreditadas atualmente. Esta educação suscitará a emergência do novo, síntese da triádica cérebro/mente/meio, coprodutores um do outro, que, de modo complementar e recursivo, concebem-se como unidade complexa.

Sabe-se que entre o inato genético e o comportamento adquirido está o cérebro, ao mesmo tempo expressão de material genético e fonte do comportamento humano. Daí, para que a aprendizagem, caracterizada como processo, seja entendida na sua inteireza, é mister que numa atitude hologrâmica da ação conjunta, as ciências cognitivas e as neurociências estudem o cérebro segundo os seus respectivos objetivos. Correspondentemente, o farão, a partir tanto do seu exterior, mediante o levantamento de hipóteses, arguindo como os mecanismos geram o comportamento, quanto da observação do seu interior, instante em que se pergunta o quê são esses mecanismos.

Assim, para se estudar como se aprende, deve-se, inicialmente, conhecer o cérebro, órgão social por excelência, lançando-se mão dos tradicionais “honestos servidores de Kipling” (o quê, porquê, quando, como, onde e quem) os quais, de modo interativo, irão propiciar a formação de uma nova teia semântica onde as palavras terão novos significados, submetidos, sempre, ao princípio da falseabilidade. Há de se conceber uma linguagem livre da domesticação de sentidos unívocos, sendo coerente com a plasticidade do cérebro. E aí, talvez, possamos dizer, com convicção, como se desencadeiam os processos de auto-organização nos neurônios e na aprendizagem das

peessoas, respondendo-se, com convicção ao homem da Idade Média, não como ensina a Escola, mas como aprende o sujeito.

.....

[...] e aquele Homem da Idade Média, transformado pela experiência do agora, substitui a pedagogia da certeza e dos saberes pré-fixados, por uma pedagogia da pergunta e continua a sua inquieta inquirição...

THE PROCESS OF LEARNING AND NEUROSCIENCES CONTRIBUTION

ABSTRACT

This article is based on a metaphor used as isomorph. It aims at explaining the learning processes in different times with emphasis not only on the corresponding theories but also on the contributions of neurosciences. It draws relationships- by means of isomorphy- among the theories of learning and the questionings of the honorable visitor in the Middle Ages. In a brief trajectory, this paper analyzes how the teaching process is done at School, focusing on the theories which emphasize Teaching, to the metacognition process carried out when one learns what it means to be Learning. It starts from an empiric approach about how traditional school had its primacy at the memorizing and intervening role of the well-trained teacher. It also establishes connection between education and brain plasticity in co-constructive theories, mainly in Vygotski's historic-cultural theory (1996). It finds evidence in the present moment, now – the moment when brain functions are starting to be explained and the idea that brain, mind and context together in only one construct influence the subject learning.

KEYWORDS: Learning. Neurosciences. Brain plasticity

Referências

ARDÓINO, Jacques. Abordagem Multirreferencial (Plural) das Situações Educativas E Formativas. In Bumham, Terezinha. *Multirreferencialidade nas ciências e na educação*. São Carlos: Editora UFSCar, 1997.

ANDRADE, P. E.; PRADO, P. S. T. Psicologia e neurociência cognitivas: alguns avanços recentes e implicações para a educação. *Revista Interação em Psicologia*, v. 7, n. 2, p. 73-80, 2003. Disponível em: <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/psicologia/article/viewFile/3225/258>>. Acesso em: 13 mar. 2009.

ASSMANN, Hugo. *Reencantar a educação*. Petrópolis: Vozes, 2001.

AUSUBEL, David Paul. *A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Editora Moraes, 1982.

BEAR M. F. et al. *Neurociências e sistema nervoso*. Porto Alegre: Artmed, 2008.

CHOMSKY, N. *Linguagem and Problems of Knowledge*. Cambridge: Mit Press, 1995.

DEMO, Pedro. *Saber Pensar*. São Paulo: Inst. Paulo Freire/Cortez, 2001. (Guia da Escola Cidadã v. 6).

DOISE, Willem. Da psicologia social à psicologia societal. *Psicologia, Teoria e Pesquisa*, Brasília, v. 18, n. 1, jan./abr. 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-37722002000100004&tlng=en&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 07 abr. 2009.

Disponível em: <<http://www.smecc.salvador.ba.gov.br/site/documentos/espaco-virtual/espaco-praxis-pedagogicas/AVALIA%C3%87%C3%83O/a%20experiencia%20de%20aprendizagem%20mediadaediada.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2009.

FONSECA, Vitor da. *Da cognição, neuropsicologia e aprendizagem: abordagem neuropsicológica e psicológica*. Petrópolis: Vozes, 2008.

GAZZANIGA, Michael S. et al. *Neurociência cognitiva: a biologia da mente*. Porto Alegre: Artmed, 2008.

HORGAN, John. *A mente desconhecida: por que a ciência não consegue replicar, medicar e explicar o cérebro humano*. São Paulo: Companhia das Letras, 2002.

KOSKO, B. *The Fuzzy Logic - From society and science to heaven in a chip*. Harmony Books, New York, 1999.

LASHSEY, K. S. *Brain Mechanisms and intelligence: a quantitative study of injuries to the brain*, 1929.

LÚRIA, Alexander Romanovich. *A mente e a memória: um pequeno livro sobre uma vasta memória*. Trad. Cláudia Berliner. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

MATUÍ, Jiron. *Construtivismo: teoria construtivista sócio-histórica aplicada ao ensino*. São Paulo: Moderna, 1995.

MATURANA, Humberto. *A ontologia da realidade*. Belo Horizonte: Editora da UFMG, 1999.

MIZUKAMI, Maria da Graça Nicoletti. *Ensino: as abordagens do processo*. São Paulo: EPU, 1986.

MORALES, Rosilene. Educação e neurociências: uma via de mão dupla. In REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 28., 2005, Caxambu-MG. *Anais...* Caxambu-MG, 2005. Disponível em: <<http://www.anped.org.br/reunioes/28/textos/GT13/gt131611int.rtf>>. Acesso em: 25 mar. 2009.

MORIN, Edgar. *Ciência com consciência*. Rio de Janeiro: Berthrand Brasil, 1999.

MOSER, Alvino. Aprendizagem: teorias. *Revista da Educação*, Curitiba: UNIPAR, v. 2, n. 1, jan./jun. 2002. Disponível em: <<http://revistas.unipar.br/educere/article/viewFile/838/735>>. Acesso em: 07 abr. 2009.

OLIVEIRA, M. K. *Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento: um processo sócio-histórico*. São Paulo: Scipione, 2003. Disponível em: <<http://www.anped.org.br/reunioes/28/textos/GT13/gt131611int.rtf>>. Acesso em: 07 abr. 2009.

PINHEIRO, Marta. Aspectos históricos da neuropsicologia: subsídios para a formação de educadores. *Educar*, Curitiba: UFPR, n. 25, p. 175-196, 2005.

ROBATTO, Marilene de Ramalho. *A emergência da cidadania em cinco municípios do Oeste da Bahia/Brasil: avaliação interbinária dos efeitos não-lineares do Programa de Educação Ambiental e Comunicação Social PEACS*. 2007. Tese (Mestrado) – Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias (ULHT), Lisboa, Portugal, 2007.

SANTOS, Boaventura de Souza. *Para além do pensamento abissal: das linhas globais a uma ecologia de saberes*. 2007. Disponível em: <www.ces.uc.pt/bss/documentos>. Acesso em: 02 abr. 2009.

SAVIANI, D. *Escola e democracia: teorias da educação, curvatura da vara e onze teses da educação e política*. São Paulo: Cortez, 1988.

TAILLE, Y. O. et al. *Piaget, Vygotsky, Wallon: teorias psicogenéticas em discussão*. São Paulo: Summus, 1992.

TURRA, Neide Catarina. REUVEN FEUERSTEIN: *A experiência de aprendizagem mediada: um salto para a Modificabilidade Cognitiva Estrutural*. Educere et Educare -Revista de Educação, vol. 2, nº4 Jul/dez. 2007, Campus Cascavel, Paraná, 2007.

VYGOTSKY, L. S. *A formação social da mente*. Rio de Janeiro: Martins Fontes, 1996.

*Recebido em 02/05/2011.
Aprovado em 11/12/2011*