

INTERFACES ENTRE A PSICOLOGIA E A BIOLOGIA: TECENDO SABERES NA EDUCAÇÃO

*INTERFACES BETWEEN PSYCHOLOGY AND BIOLOGY:
LINKING KNOWLEDGES IN EDUCATION*

ROSSANO ANDRÉ DAL-FARRA*

RESUMO

O desenvolvimento do pensamento científico nas últimas décadas tem proporcionado a publicação de numerosos e consistentes resultados de pesquisas em diversas áreas a respeito da interface entre os aspectos biológicos e psicológicos em relação ao processo de aprendizagem, revestindo-se de grande importância realizar interconexões entre esses saberes, no sentido de construir um processo educacional que atenda às expectativas da sociedade. Diante dessas premissas, este artigo tem como objetivo principal analisar as implicações do desenvolvimento biológico sobre a educação, assim como os seus reflexos sobre o processo de ensino e aprendizagem de Ciências e Matemática.

Palavras-chave: Aprendizagem; Biologia; Ensino de Ciências e Matemática.

ABSTRACT

The evolution of Scientific thought in last decades has brought the publication of many research's results about interfaces between biological and psychological aspects related to learning. Consequently, it's very important carry out the interconnections between that knowledge, trying to construct an efficient educational process for society. Considering these aspects, this text has the main objective to analyze the implications of biological development on education, and besides, understand the consequences on the teaching and learning processes in sciences and mathematics.

Keywords: Teaching and Learning; Biology; Science and Mathematics Education.

* Doutor em Educação (UFRGS – 2003). Professor e Assessor Pedagógico da Universidade Luterana do Brasil. Docente e Pesquisador do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Luterana do Brasil, Canoas, RS.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, diferentes abordagens nas Ciências Humanas e Biológicas percorreram caminhos distintos na tentativa de explicar temas complexos como a aprendizagem.

Atualmente, está cada vez mais claro para pesquisadores de diferentes campos do saber que o estudo da mente humana não pode prescindir das interconexões entre a Biologia e as Ciências Humanas, especialmente em relação à Psicologia, a fim de que haja uma compreensão mais global dos fenômenos envolvidos na aprendizagem, tanto nos aspectos cognitivos quanto afetivos.

Em relação ao afeto, será utilizada preponderantemente, neste texto, a perspectiva citada por Cagnin (2008, p. 474-477), afirmando que o termo “parece possuir, no contexto da Psicologia Cognitiva e das Neurociências, um sentido abrangente, inclusivo” das emoções, dos estados de humor, dos sentimentos e demais manifestações de caráter afetivo. Segundo a autora, mesmo diferentes abordagens, inclusive na Neurociência, e a elevada diversidade nas questões teóricas e metodológicas envolvidas, apontam para o importante papel do afeto como um regulador da cognição.

Devido à grande abrangência dos fenômenos que envolvem a aprendizagem, é necessário construirmos processos de ensino nos quais os saberes oriundos da Psicologia e da Biologia estejam coadunados, visando a fornecer subsídios para podermos realizar um processo educacional que proporcione a facilitação da inserção social de nossos estudantes.

A neurociência tem demonstrado que a primeira infância, ou seja, os “anos formativos”, representam um período de importância vital na estruturação do ser humano, não apenas no âmbito biológico (neurológico), como também no âmbito psicológico (DOMINGUES, 2007, p. 33).

A relevância dos primeiros anos de vida na constituição do ser humano é de tal ordem que as aquisições obtidas nesse período podem repercutir de forma significativa por toda a vida do indivíduo. Os engramas produzidos nos anos formativos, ou seja, as representações das informações no sistema nervoso (DALMAZ; NETTO, 2004), nessa fase crítica da vida, são como registros físicos da memória, nos quais a pessoa embasa sua vida psíquica, assim como a sua relação com o meio. Da mesma forma, sendo submetido desde o início da sua vida a um mosaico de estímulos de diferentes naturezas, o desenvolvimento do indivíduo ocorre por meio da resultante dos aspectos biológicos/genéticos e culturais/ambientais.

Nesse sentido, ao conjugar resultados de estudos realizados no âmbito biológico, psicológico e social, assim como as interfaces entre ambos, neste texto aborda-se a confluência entre esses aspectos e a sua importância sobre o desenvolvimento humano, com especial atenção à aprendizagem nas primeiras fases da vida, e aos reflexos desse processo na vida futura.

A metodologia utilizada para este estudo centrou-se na pesquisa bibliográfica, partindo das questões específicas da neurociência e da genética, passando pelas suas interfa-

ces com a psicologia e as implicações sobre a aprendizagem, especialmente de Ciências e Matemática. O delineamento utilizado para a escolha dos artigos e dos livros teve como foco justamente as questões de “fronteira” entre os respectivos campos do conhecimento, procurando construir pontes entre a Biologia e a Psicologia no âmbito da educação nos seus aspectos mais amplos, procurando integrar todos os elementos envolvidos na complexa constituição do ser humano.

“NATURE AND NURTURE”: AMPLIANDO O DEBATE NA CONTEMPORANEIDADE

Muitos debates já foram realizados e muitos artigos foram escritos procurando estabelecer a predominância dos aspectos culturais/ambientais sobre os fatores biológicos/genéticos, assim como outras abordagens procuraram afirmar a primazia dos elementos biológicos sobre a cultura/educação na constituição do ser humano. Entretanto, a própria convergência de estudos dessas diferentes áreas têm permitido pensar e compreender a complexa natureza humana de forma multifacetada. Inclusive, os resultados das pesquisas relacionando Genética e Psicologia têm permitido deslocar a questão para *nature and nurture* (natureza e ambiente), substituindo *nature X nurture* (natureza versus ambiente) (DAL-FARRA; PRATES, 2004, p. 94-97).

Ampliando o debate, Oliva et al. (2009) afirmam que a discussão agora é “como” a natureza e a cultura interagem nas experiências dos sujeitos, influenciando o desenvolvimento do cérebro.

Para os autores supracitados, as evidências nos permitem afirmar que o cérebro humano não representa uma tábula rasa a ser preenchida pela experiência, assim como constatou-se que a interação entre os aspectos biológicos e as questões ambientais são fundamentais na constituição das conexões entre os neurônios e no desenvolvimento neurológico (OLIVA et al., 2009).

Verifica-se que a participação dos elementos genéticos está associada à atuação do aprendizado, da cultura, principalmente porque o ser humano nasce dependente de cuidados, favorecendo a aprendizagem justamente pela constatação de que ela ocorre de forma facilitada pela interação do indivíduo com os outros. É a partir da relação com o outro, por intermédio do vínculo afetivo, principalmente nos anos iniciais, que a criança vai tendo acesso ao mundo simbólico, conquistando, assim, avanços significativos no âmbito cognitivo (TASSONI, 2000, p. 3; DAL-FARRA; PRATES, 2004, p. 94).

Dessa forma, muitas vezes se torna difícil separar a influência genética da não genética, principalmente se considerarmos a plasticidade cerebral, que torna o indivíduo altamente “receptivo” a diferentes estímulos, conduzindo a alterações neurológicas que podem, inclusive, ser de difícil reversão (STHAL, 2002, p. 24).

Considera-se a plasticidade cerebral como a capacidade do sistema nervoso central de modificar a sua organização estrutural própria e o seu funcionamento, processo que ocorre principalmente nos primeiros anos, mas que se reflete por toda vida (STHAL, 2002, p. 24). A plasticidade

cerebral é um elemento decisivo para o processo de aprendizagem, no que tange aos aspectos afetivos e cognitivos.

É necessário ratificar que, para a Genética, ambiente/meio representa todos os fatores não genéticos. Isso significa dizer que, a partir da formação do zigoto, se constitui um conjunto de genes sobre o qual atuarão os efeitos do ambiente em interação com os aspectos genéticos, envolvendo todos os eventos que repercutem sobre o embrião/feto, como a nutrição, medicamentos, e a educação que o ser receberá durante a sua vida (DAL-FARRA; PRATES, 2004, p. 94).

Inclusive, tradicionalmente se adota a denominação de filho biológico aos pais que geram o ser, e de pais adotivos aos que o educam. No entanto, ambos são pais biológicos, e os que educam serão tanto mais “biológicos” quanto mais tenra for a idade desse ser que passarão a cuidar, considerando-se a grande atuação do meio e da educação sobre a plasticidade cerebral e a conseqüente modificação desse cérebro, no qual, quanto mais precoce for a atuação, maior será a modificação.

A educação altera decisivamente a estruturação biológica, principalmente em relação ao cérebro, por meio das alterações nas conexões neuronais (DOMINGUES, 2007, p. 43). Poderíamos depreender, portanto, que os pais que fornecem os gametas para a geração do filho, deveriam, mais adequadamente, ser denominados de pais genéticos, com a ressalva também da influência da gestação na formação do indivíduo, tema que será abordado ao longo deste trabalho.

Deve-se considerar que a decisiva atuação do aprendizado precoce para a construção de um ser humano com a capacidade de aprender temas como as relações complexas entre números, fenômenos físicos e biológicos; o “mundo” que a criança encontra no lar, com disponibilidade maior ou menor de estímulos; e o acesso a informações, associadas ao cuidado materno/paterno, permitirão o desenvolvimento de indivíduos que possam expressar o seu potencial próprio de aprendizagem conforme as suas tendências e o seu empenho (DOMINGUES, 2007, p. 43; OLIVA et al., 2009).

Estudos diversos têm demonstrado a importância das “janelas” de aprendizagem, momentos em que podem ser desenvolvidas capacidades específicas, e que permitem o aprendizado precoce de aspectos que contribuirão decisivamente para o aprendizado de abstrações, de relações matemáticas e de classificações entre objetos diferentes, que não podem prescindir das elaborações complexas, configurando os elementos sutis das representações mentais (DOMINGUES, 2007, p. 57).

Em face disso, ao pensarmos o processo de ensino e aprendizagem com base na consideração do ser humano em sua integralidade, precisamos desenvolver abordagens que conjuguem as complexas metodologias produzidas em pesquisas na área da educação, com o conhecimento que possuímos dos aspectos afetivos relativos ao desenvolvimento humano, sem olvidar que, ao longo de suas trajetórias, as pessoas vão desenvolvendo um conjunto de hábitos que estruturam as suas vidas, tornando-as dotadas de habilidades particulares conforme

o desenvolvimento de suas potencialidades (TASSONI, 2000, p. 2-4; DAL-FARRA; PRA-
TES, 2004, p. 94-96; MAHONEY; ALMEIDA,
2005, p. 11-13).

Outros aspectos importantes se referem à necessidade da construção do hábito de estudar, assim como à capacidade de concentração por períodos de tempo prolongados em que o estudante realiza o processo de aprendizagem como construção pessoal, desenvolvendo-se cognitivamente e alterando a sua estrutura biológica, como os estudos da neurociência têm demonstrado (AYDIN, et al. 2007, p. 1859; FULLBRIGHT et al. 2000, p. 1854). Resultados de pesquisas recentes demonstram que a experiência sensorial pode alterar a estrutura e a função dos circuitos neurais no neocórtex em desenvolvimento. Dessa forma, ao considerarmos a complexidade da condição humana, verificamos a necessidade de realizar estudos que integrem diferentes áreas do saber, visando a compreender de forma mais ampla as questões sociais e biológicas envolvidas na construção das habilidades do ser humano (OLIVA, 2009, p. 133).

Ao estudar a aprendizagem na matemática, Jesus (2007) identificou a importância do aspecto atitudinal, além do conceitual e do procedimental no desempenho dos estudantes. Com base nos resultados do estudo realizado sobre aritmética, assim como nas conclusões presentes em outras investigações, o autor ratifica que, no momento em que as atitudes de um aluno em relação a um conteúdo escolar são favoráveis, o aumento de sua motivação permite que ele tenha esforços mais intensos e esteja mais concentrado na aprendizagem.

A educação, de forma ampla, envolve não apenas os aspectos relativos ao conhecimento, à afetividade e ao respeito ao outro, mas também, focando especificamente o Ensino de Ciências e Matemática, o desenvolvimento da capacidade de realizar a construção da aprendizagem que muitas vezes não podem prescindir da dedicação por longos períodos na elaboração de conceitos e da reflexão sobre questões científicas, processos necessários na aquisição e utilização de raciocínios complexos inerentes ao aprendizado dos fenômenos químicos, biológicos e físicos e nas relações matemáticas, assim como nas abstrações inerentes ao processo de matematização das ciências naturais, aspecto relevante no desenvolvimento do pensamento científico. Esse processo decorre da relação existente entre as ações realizadas e as suas repercussões no cérebro (AYDIN, et al., 2007, p. 1859; FULLBRIGHT et al., 2000, p. 1854).

Avaliando o desempenho de crianças com altas habilidades/superdotação, Hazin (2009) constatou que, mesmo possuindo habilidades cognitivas específicas de grande repercussão para um bom desempenho escolar, principalmente em matemática - demonstravam elevada capacidade de criar novas estratégias e flexibilizar o pensamento para se adaptar a condições novas elas podem apresentar resultados não tão favoráveis quando empregam menor capacidade de concentração para a realização de atividades.

Diante da necessária confluência dos saberes oriundos dos diferentes ramos do conhecimento que estudam a aprendizagem, precisamos compreender como tais

aspectos podem ser empregados de forma adequada, respeitando o processo de desenvolvimento que ocorre durante toda a vida do indivíduo.

O DESENVOLVIMENTO A PARTIR DO PERÍODO INTRAUTERINO

O desenvolvimento embriológico do ser humano possui peculiaridades que repercutem diretamente sobre as questões da aprendizagem na vida futura, não apenas do ponto de vista biológico, mas também da educação como um todo. Nesse sentido, a neotenia representa um fenômeno que influi diretamente na estruturação do organismo, tanto morfológica quanto fisiologicamente.

Segundo Mithen (1998, p. 104) e Gould (1991, p. 355), a neotenia se caracteriza pelo desenvolvimento mais lento, resultando na existência de traços juvenis dos ancestrais nos descendentes adultos. Dessa forma, os retardos na estruturação e na maturação cerebrais estão associados ao fato de que, se houvesse um grande crescimento cerebral e craniano no ser humano antes do nascimento, haveria comprometimento no parto. Adiciona-se a essas constatações o fato da neotenia ocorrida no desenvolvimento do organismo humano se traduzir de forma especial pela ocorrência tardia de especializações típicas desse processo, como a motricidade, a capacidade de defesa, a busca de alimento e a maturidade sexual.

Portanto, nascemos imaturos organicamente e essa imaturidade, que poderia ser considerada como desvantagem, possibilita a continuidade do desenvolvimento cerebral

após o nascimento, auxiliando a aprendizagem e constituindo-se, portanto, em vantagem para o ser humano. A necessidade de cuidado durante longo tempo permite que se mantenha uma relação duradoura entre os pais e a criança, fornecendo estímulos que são importantes para o seu desenvolvimento como um adulto saudável, tanto física quanto psicologicamente. Nesse processo, desenvolve-se ainda a maior capacidade de estabelecer vínculos, pois o cuidado após o nascimento repercute na vida pessoal e nos vínculos sociais posteriores.

Para Bjorklund (1997, p. 153), a imaturidade no desenvolvimento, associada à plasticidade cerebral, possui um caráter adaptativo no sentido de contribuir para que o cuidado dos pais/responsáveis pela criança seja mais intenso. Entretanto, Godfrey e Sutherland (1996, p. 17) afirmam que o corpo humano não apresenta taxas reduzidas de crescimento, e sim que esse crescimento é prolongado em diversas partes do corpo, incluindo o cérebro. Para esses autores, a neotenia não implica em crescimento lento, já que a manutenção de formas jovens pode ocorrer com crescimento acelerado.

No entanto, em uma ou outra perspectiva, é evidente que a longa permanência com o cuidado materno/paterno contribui decisivamente para a aprendizagem. Um longo período de infância facilita o desenvolvimento de habilidades mentais complexas que caracterizam a espécie humana (FUTUYMA, 1992, 544). Nesse aspecto, é de decisiva importância o papel dos pais/educadores, considerando a total dependência do recém-nascido/criança, bem como a importante formação do vínculo com quem a educa.

Essa importância é ampliada no momento em que contextualizamos a aprendizagem desde o período intrauterino. Pesquisas realizadas com gestantes constataam a presença da memória e da aprendizagem pré-natal frente a estímulos, assim como da habituação após a sua repetição, o que indica a presença de memória (HETEREN et al., 2000, p. 1170), já que a habituação representa a diminuição da resposta a um estímulo após a exposição repetida a esse mesmo estímulo, algo observado inclusive em relação à linguagem (HEPPER, 1996, p. 19). A pesquisadora francesa Marie Claire Busnel (2003, p. 13-15) relata estudos realizados com gestantes, que demonstram a formação da sensorialidade do feto a partir da sétima semana de gestação em relação ao paladar e à audição, assim como do tato entre as 18 e 20 semanas do período gestacional. Segundo a autora, o feto não apenas responde aos estímulos sensoriais, mas também sente emoções, sente estimulações e memoriza o que sente (BUSNEL, 2003, p. 29).

O SER-APRENDIZ

Considerando o fato do ser humano ter o seu desenvolvimento em boa parte completado após o nascimento, o bebê possui a caixa craniana ainda incompleta, com estruturas cartilaginosas e com aberturas denominadas fontanelas, o que possibilita um pronunciado desenvolvimento cerebral pós-natal. Sabe-se, ainda, que a maioria dos neurônios é formada no final do segundo trimestre da vida pré-natal, entretanto, 90% dos neurônios

formados durante a vida fetal são destruídos após o nascimento (STHAL, 2002, p. 24).

Tão importante quanto o número de neurônios é a formação de conexões entre eles, por intermédio das sinapses, que permitem a transmissão do estímulo de neurônio a neurônio e, conseqüentemente, da informação através do sistema nervoso. Considerando que o volume cerebral atinge 95% do tamanho adulto quando a criança atinge os cinco anos de idade, há mais sinapses no cérebro aos seis anos de idade do que em qualquer outro período da vida, devido ao intenso processo da formação dessas conexões, desde o nascimento (STHAL, 2002, p. 24), sendo os estímulos recebidos pela criança nesse período de fundamental importância para o seu desenvolvimento.

Após o volume cerebral atingir 95% do tamanho adulto, ocorrem dois momentos importantes de renovação neuronal, o primeiro entre cinco e dez anos de idade e, o segundo, na adolescência. Nesses casos, a eliminação competitiva e a reestruturação cerebral, denominada de poda, fazem com que cerca de metade das conexões sinápticas sejam destruídas (STHAL, 2002, p. 25 e 27-28).

Nesse período, embora os neurônios não aumentem de número, há um aumento do peso cerebral pelo ao aumento da demanda metabólica em razão de maior gasto energético, ocorrendo aumento do volume cerebral. Há, também, um aumento da espessura do córtex nas regiões mais utilizadas por terem recebido mais estímulos, bem como uma diminuição das regiões não utilizadas. "A inatividade pode causar a poda das

sinapses não utilizadas, e é provável que cause a destruição apoptótica¹ (suicídio) de neurônios inteiros” (STAHL, 2002, p. 24). Há uma “guerra competitiva” entre os neurônios para a manutenção de uns e morte de outros, e essa guerra inicia-se aos quatro meses pós-natal, atingindo seu máximo nos anos formativos.

Discorre Stahl (2002, p. 24-28) que os fatores causais desse processo residem na estimulação decorrente do meio familiar e social, incluindo vivências, exigências, limites impostos, referências e aprendizado cognitivo associados a aspectos neurotróficos como a nutrição e a mielinização. Tais fatores “aumentam conexões” ou “eliminam conexões”, que são os “substratos para as atividades motoras, para a cognição e para a maturidade emocional”.

A formação de novas sinapses ocorre durante toda a vida, assim como a perda delas, permitindo que o aprendizado também ocorra. As alterações no cérebro, portanto, ocorrerão na razão direta dos fatores citados acima e, concomitante ao desenvolvimento do sistema nervoso como estrutura morfológica, ocorre o desenvolvimento do ser humano em relação aos aspectos psicológicos, repercutindo sobre a vida do indivíduo.

Aydin et al. (2007, p. 1859), utilizando a morfometria baseada em voxel², analisaram dados de densidade da massa cinzenta do cérebro de 26 indivíduos com experiência acadêmica na área de Matemática comparando-os com indivíduos controle. Os resultados indicaram que a densidade da massa cinzenta nos lóbulos frontal inferior esquerdo

e no parietal inferior bilateral era maior naqueles com experiência acadêmica em Matemática e que, quanto maior o tempo de experiência acadêmica, maior a densidade da massa cinzenta no lóbulo parietal inferior direito. Discorrem os autores que as regiões frontal inferior esquerda e parietal bilateral estão envolvidas no processamento aritmético e as regiões parietais inferiores são envolvidas no raciocínio matemático de alto nível, que requer imagem visual-espacial associada à criação mental e ao trabalho com objetos em terceira dimensão.

Para Aydin et al. (2007, p. 1864), o estudo da plasticidade estrutural dependente da experiência, evidencia a estreita relação existente entre as experiências vividas e as suas contrapartidas no cérebro, corporificando o que poderíamos caracterizar como a esculturação do cérebro dependente daquilo que acontece na vida de cada um, estendendo-se ainda mais quando inserimos as questões emocionais, cujos efeitos são contundentes na constituição do ser humano.

Fulbright et al. (2000, p. 1854) identificaram que tarefas como a multiplicação e memorização de números ativam inúmeras regiões do cérebro. Analisando os resultados de ressonância magnética funcional em 18 adultos, foram observadas atividades em estruturas como: o giro frontal superior medial, o giro cingulado, o sulco intraparietal bilateralmente, o gânglio basal esquerdo, os giros occipitais inferior e lateral direito, o sulco frontal superior direito e os giros frontais pré-central, inferior e médio. Dessa forma,

¹ Apoptose é a morte celular programada, processo fundamental para o desenvolvimento do organismo pela necessidade de eliminação de parte das células que são formadas durante o crescimento corporal (LEWIN, 2001, p. 829).

² Técnica relacionada ao cálculo de densidade dos tecidos empregada em métodos de diagnóstico por imagem como a tomografia computadorizada.

as ações cerebrais integradas que envolvem diferentes regiões do cérebro permitem a resolução de problemas de forma mais facilitada, representando um aspecto fundamental no desenvolvimento da aprendizagem pela mobilização de potencialidades distintas.

Se conceituarmos inteligência como a capacidade de encontrar soluções mais precisas e eficientes para cada situação após a análise ampla de todos os fatores envolvidos, quando favorecemos o processo de desenvolvimento de potencialidades variadas desde a mais tenra infância, tanto no âmbito afetivo quanto cognitivo, estaremos desenvolvendo em nossos estudantes uma capacidade mais completa e instrumentalizada para a resolução dos desafios que serão enfrentados, já que as experiências anteriores podem ser evocadas no sentido de facilitar a tradução das ocorrências do momento, assim como de produzir uma resposta mais satisfatória, conjugando emoções e raciocínio lógico na medida da pertinência de ambos em cada momento. Ou seja, como afirma Cagnin (2008), está claro que, nas ações cotidianas, o afeto influencia a memória, a atenção, o julgamento e a tomada de decisão.

Considerando que a plasticidade cerebral permite a ocorrência de mudanças estruturais e funcionais no sistema nervoso central como uma resposta às experiências vividas, lembramos que nossas crianças estão submetidas a uma avalanche de informações e de estímulos das mais diversas naturezas, e, se pretendemos que haja um aprimoramento no processo educativo das futuras gerações, precisamos repensar o que estamos produzindo em relação a ima-

gens, sons, produções midiáticas e textos escolares, pois o aluno que chega às nossas escolas traz um conjunto de experiências que o constituem como indivíduo e que estarão presentes nas suas interações com os professores (DAL-FARRA, 2007, p. 5).

Nesse sentido, estando cientes de que uma aprendizagem eficaz repercute em toda a vida do ser humano e, principalmente, que o próprio direcionamento na vida, muitas vezes, depende da construção pessoal do sujeito desde a geração no ventre de sua mãe, o processo educativo voltado para o pólo da aprendizagem possui um papel importante para a formação de indivíduos que precisam desenvolver determinados aspectos em alguns momentos importantes da vida. Caso contrário, terão grandes dificuldades no futuro, especialmente no cenário que vislumbramos hoje em relação às transformações que o mundo do trabalho tem apresentado, exigindo profissionais cada vez mais capacitados tecnicamente, em virtude da crescente inserção da tecnologia no mundo laboral, sem, no entanto, esquecer do desenvolvimento da capacidade de convivência em grupo frente a dinâmicas sociais cada vez mais complexas como as que caracterizam a contemporaneidade.

A interface entre os aspectos biológicos e os aspectos sociais (ou ambientais, segundo a perspectiva da genética) é crucial para que possamos entender as formas pelas quais o ser humano se desenvolve e, em suma, como ele aprende a ser o que é e o que será.

Ao considerar os avanços que a área de Ensino de Ciências e Matemática apresentou nos últimos anos, verificamos que as pesquisas têm proporcionado a construção de

metodologias específicas e eficientes para ensinar Ciências e Matemática desde a pré-escola, construindo um processo educativo facilitador da aprendizagem de conteúdos complexos ministrados para faixas etárias posteriores.

Sasseron e Carvalho (2008, p. 350), ao estudarem a aprendizagem de ciências com alunos da terceira série do ensino fundamental, verificaram as contribuições das atividades que promovem o desenvolvimento de habilidades próprias dos estudantes no fazer científico e na construção de relações entre as questões científicas e tecnológicas, elevando o interesse dos estudantes por questões importantes da atualidade em relação às suas vidas, favorecendo o seu desenvolvimento como indivíduos.

Se associarmos os aspectos cognitivos com os afetivos, respeitando as peculiaridades individuais, a aplicação das metodologias de ensino encontrará um terreno mais fértil para a sua concretização na construção do ser-aprendiz.

AFETIVIDADE E APRENDIZAGEM

Os estudos a respeito da memória, produzidos em larga escala nas últimas décadas, demonstram claramente a importância que as emoções possuem na retenção de informações e na facilidade de evocá-las posteriormente (SCHACTER, 2003, p. 200). Esse fato se estende às questões que envolvem o aprendizado de abstrações importantes na matemática, assim como à construção de relações entre estruturas e funções nas ciências naturais.

Estudo realizado com adolescentes que apresentavam facilidade na aprendizagem de

matemática demonstrou que a organização funcional de seus cérebros se caracterizava diferentemente do que ocorria com outros estudantes, por uma maior cooperação entre os hemisférios direito e esquerdo no momento de resolução de problemas (O'BOYLE, 2005, p. 247).

Ao considerar a predominância de determinadas ações de cada um dos hemisférios cerebrais, sendo o esquerdo caracterizado por ser mais “lógico” e o hemisfério direito pela intuição e por uma visão mais holística, a atuação conjunta de ambos proporciona a formação de um processo educacional mais completo e condizente com a ideia do ser humano do ponto de vista integral, coadunando a afetividade com os aspectos cognitivos, o que contribui para as suas tomadas de decisões.

Mahoney e Almeida (2005, p. 15), demonstrando as contribuições dos estudos de Henri Wallon para o processo de ensino-aprendizagem, enfatizam que, ao lado dos aspectos teóricos, a sensibilidade, a curiosidade, a atenção, o questionamento e a habilidade de observação do professor são relevantes. Nesse contexto, a afetividade, definida como a “disposição do ser humano de ser afetado pelo mundo externo/interno por sensações ligadas a tonalidades agradáveis ou desagradáveis”, representa um aspecto fundamental na interação entre professor e aluno em diferentes fases do seu desenvolvimento como ser humano (MAHONEY; ALMEIDA, 2005, p. 19 e 22).

Embora com abordagens distintas, tanto a Biologia quanto as Ciências Humanas pautam-se pela conjugação entre cognição e afeto, no

que tange ao desenvolvimento amplo das potencialidades desde o início da formação do ser humano. Portanto, no âmbito da interação entre professores e alunos, essas amplas questões devem ser consideradas na construção do ser aprendiz, que possa responder aos desafios da contemporaneidade de forma tecnicamente eficiente, mas também eticamente orientada e socialmente justa. Aprender significa também reconhecer o espaço do outro, bem como os seus anseios e necessidades em relação à convivência mútua.

Em tempo de interconexões entre as ciências, no qual convergências entre as áreas do conhecimento se tornam imprescindíveis para solucionarmos os problemas atuais, somos premidos a encontrar caminhos mais sólidos na conjugação dos saberes construídos nas Ciências da Natureza e as suas interfaces inevitáveis com as Ciências Humanas. Embora calcadas em construtos teóricos que partam do mesmo princípio, o ser humano, ambas tomaram caminhos distintos a partir da consolidação da Ciência Moderna nos séculos XVII e XVIII, engendrando a consolidação de práticas científicas com as suas peculiaridades inerentes a cada método e a cada técnica utilizada, perfazendo uma diferenciação progressiva entre os resultados obtidos pelos ramos do conhecimento.

Entretanto, as linhas outrora divergentes passaram a se reencontrar no momento em que a educação, de forma mais ampla, procura definir o processo de aprendizagem no ser humano. Dessa forma, as abordagens contemporâneas passaram a apresentar encaminhamentos profícuos, como, por

exemplo, as relações entre afetividade e Matemática, as implicações sociais do conhecimento biológico, a relação dos pressupostos da Física teórica com a construção do pensamento científico nas demais ciências, ou até mesmo a necessidade de integrarmos as estruturas do cérebro ligadas ao afeto e à cognição para entendermos como se processa a aprendizagem nas diferentes áreas do conhecimento. Projetando-se, inicialmente, por linhas divergentes, as ciências têm apresentado uma reconciliação integrativa que suscita novas abordagens para entender a complexidade inerente ao ser humano em seus amplos domínios, em meio a experiências que podem ser semelhantes para um ou para outro, mas que são percebidas individualmente de forma particular.

Tal fato pode ser evidenciado pelo interesse crescente nos estudos relativos ao afeto e à cognição na atualidade e embora essas investigações apresentem enfoques distintos, há a preocupação de conhecer melhor a interface entre ambos (CAGNIN, 2008, p. 497-498).

Ao ampliar o olhar, verifica-se que, buscando o equilíbrio entre estar centrado em si e estar centrado no outro, ou seja, entre o conhecimento de si e o conhecimento do mundo (MAHONEY; ALMEIDA, 2005, p. 24), o indivíduo desenvolver-se-á no que tange às suas potencialidades relativas ao desenvolvimento do conhecimento, mas também no âmbito da solidariedade, por reconhecer as necessidades do outro, perfazendo o caminho que conduz para o desenvolvimento integral da sociedade e concretizando o efetivo e necessário papel da educação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise realizada em textos oriundos de diferentes campos do conhecimento aponta para a convergência entre as questões biológicas e a Psicologia, no sentido de compreender-se de forma ampla o processo educacional do ser humano.

A partir dos estudos concernentes ao desenvolvimento embriológico e fetal, que demonstram as características neotênicas e também a aprendizagem que ocorre desde o período intra-uterino, verifica-se a presença de influências mútuas entre as estruturas biológicas - principalmente o cérebro - e o ambiente em que vive o indivíduo.

Com base nessas premissas, podemos compreender as questões profundas relativas à aprendizagem diante das alterações que o cérebro experimenta desde os primeiros anos de vida, como observamos na plasticidade, ou seja, na capacidade de modificação da organização estrutural e funcional ocorrida ao longo da vida, conforme os reflexos decorrentes da experiência vivida pelos seres.

A dependência que o recém-nascido tem de seus pais e cuidadores, associada ao processo de plasticidade cerebral, conduz para uma reflexão ampla a respeito das decisivas possibilidades de construir um processo educacional consistente e que possa coadunar as diferentes potencialidades do ser humano do ponto de vista cognitivo e afetivo.

Mais especificamente, o ensino de temáticas que envolvam a complexidade de abstrações e raciocínios precisos, como são necessários para as Ciências da Natureza e para a Matemática, deve ocorrer desde a tenra

infância, respeitando os fatores inerentes ao desenvolvimento sadio das crianças no âmbito psicossocial. Por meio dessa perspectiva, afetividade e raciocínio lógico andam de mãos dadas na constituição do ser aprendiz.

Convergindo três fatos consolidados na Ciência Contemporânea, a saber: a) a exploração de tecnologias surgidas a partir do século XX, que permitiram esquadrihar o cérebro pela observação em tempo real das funções neurológicas; b) os estudos já consolidados sobre as interações entre a Biologia e a Psicologia; e c) a consideração do indivíduo em seu contexto social, advinda das abordagens de diferentes correntes de pensamento, é possível constatar a emergência do ser humano do ponto de vista integral, que aprende também porque sente, que desenvolve raciocínio lógico também porque se entusiasma, e que lembra também porque se emociona.

Nesse sentido, o indivíduo precisa reconhecer as suas necessidades, mas também as necessidades do outro, assim como o professor precisa reconhecer as necessidades de seus alunos para poder auxiliar na resolução de suas dificuldades e para contribuir cada vez mais com o seu processo educacional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AYDIN, K.; UCAR, A.; OGUZ, K. K.; OKUR, O. O.; AGAYEV, A.; UNAL, Z.; YILMAZ, S.; OZTURK, C. Increased gray matter density in the parietal cortex of mathematicians: a voxel-based morphometry study. **American Journal of Neuro-radiology**, v. 28, dez. p. 1859-1864, 2007. Disponível em: <http://www.ajnr.org/cgi/content/full/28/10/1859>. Acesso em: abr. 2007.

- BJORKLUND, D. F. The role of immaturity in human development. **Psychol. Bull.**, v. 122, n. 2, p. 153-169.
- BLANC, M. **Os herdeiros de Darwin**. São Paulo: Página Aberta, 1994.
- CAGNIN, S. Algumas contribuições das neurociências para o estudo da relação entre o afeto e a cognição. **Estudos e Pesquisas em Psicologia**, v. 8, n. 2, p. 473-504, 2008.
- DAL-FARRA, R. A.; PRATES, E. J. A Psicologia face aos novos progressos da genética humana. **Psicologia: Ciência e Profissão**, v. 24, n. 1, p. 94-107, 2004.
- DAL-FARRA, R. A. Alfabetização científica e ensino de ciências: um olhar para além dos muros da escola. In: V CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO, 2007, São Leopoldo. **Anais...** São Leopoldo: Seiva Publicações, 2007.
- DALMAZ, C.; NETTO, C. A. A memória. **Ciência e Cultura**, v. 56, n. 1, jan-mar, 2004.
- DOMINGUES, M. A. **Desenvolvimento e aprendizagem** – o que o cérebro tem a ver com isso? Canoas: ULBRA, 2007.
- FIGUEIREDO, L. C. M. **Matrizes do pensamento psicológico**. Rio de Janeiro: Vozes, 1991.
- FULBRIGHT, R. K.; MOLFESE, D. L.; STEVENS, A. A.; SKUDLARSKI, P.; LACADIE, C. M.; GORE, J. C. Cerebral activation during multiplication: a functional MR imaging study of number processing. **American Journal of Neuroradiology**, v. 21, jun. p. 1048-1054, 2000. Disponível em: <http://www.ajnr.org/cgi/content/full/21/6/1048>. Acesso em: abr. 2007.
- FUTUYMA, D. J. **Biologia evolutiva**. Ribeirão Preto: SBG/CNPq, 1992.
- GODFREY, L. R.; SUTHERLAND, M. R. Paradox of peramorphic paedomorphosis: heterochrony and human evolution. **Am. J. Phys. Anthropol.**, v. 99, n. 1, p. 17-42, 1996.
- GOULD, S. J. **A falsa medida do homem**. São Paulo: Martins Fontes, 1991.
- HAZIN. **A aprendizagem da matemática por crianças com necessidades especiais: contribuições da neuropsicologia**, 2009. Disponível em: http://www.sbem.com.br/files/ix_enem/Comunicacao_Cientifica/Trabalhos/CC71223010449T.doc. Acesso em: set. 2009.
- HEPPER, P. G. Fetal memory: Does it exist? What does it do? **Acta paediatrica, supplement**, 416: p. 16-20, 1996.
- HETERAN, C. F. van; BOEKKOOI, P. F.; JONGSMA, H. W.; NIJHUIS, J. G. Fetal learning and memory. **The Lancet**, v. 356, n. 9236, p. 1169-1170, 2000.
- JESUS, M. A. S. de. **As atitudes e o desempenho em aritmética do ponto de vista da aprendizagem significativa**, 2009. Disponível em: http://www.sbem.com.br/files/ix_enem/Comunicacao_Cientifica/Trabalhos/CC5002402801T.doc. Acesso em: set. 2009.
- LEWIN, B. **Genes VII**. Porto Alegre: Artmed, 2001.
- MITHEN, S. **A pré-história da mente**. São Paulo: UNESP, 2002.
- MAHONEY, A. A.; ALMEIDA, L. R. de. Afetividade e processo ensino-aprendizagem: contribuições de Henri Wallon. **Psicologia da Educação**, v. 20, 1. sem. p. 11-30, 2005.
- O'BOYLE, M. W. Some current findings on brain characteristics of the mathematically gifted adolescent. **International Education Journal**, v. 6, n. 2, p. 247-251, 2005.

OLIVA, A. D.; DIAS, G. P.; REIS, R. A. M. Plasticidade sináptica: natureza e cultura moldando o self. **Psicologia**: reflexão e crítica, v. 22, n. 1, 2009.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. de. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 13(3), p. 333-352, 2008.

SCHACTER, D. L. **Os sete pecados da memória**. Rio de Janeiro: Rocco, 2003.

STAHL, S. M. **Psicofarmacologia**. Rio de Janeiro: Medsi, 2002.

TASSONI, E. C. M. **Afetividade e aprendizagem**: a relação professor-aluno, 2000. Disponível em: <http://www.anped.org.br/reunioes/23/textos/2019t.PDF>. Acesso em: jun. 2008.