

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

SETOR DE EDUCAÇÃO

**XIX SEPE - SEMANA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DO SETOR DE
EDUCAÇÃO / I EREBIO – REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE
ENSINO DE BIOLOGIA – REGIONAL SUL.**

BASES BIOLÓGICAS DA APRENDIZAGEM

Eva Regina Carrazoni Chagas; Luiza Ester Camargo;
Regina Maria Rabello Borges
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

Introdução

Este texto apresenta a proposta de um minicurso que visa a ampliar conhecimentos relacionados aos avanços da Biologia atual, especialmente nas áreas de neurociências e ciências da saúde, tendo em vista a compreensão do processo de aprendizagem.

Como ponto de referência para o estudo, podem ser propostas atividades práticas envolvendo percepção e conhecimento, como exercícios incluindo percepção visual (figuras mutáveis pela inversão figura-fundo, imagens 3D, ponto cego, ilusões de ótica) e percepção auditiva. Essas atividades relacionam-se a conhecimentos sobre a organização anatômica e funcional do Sistema Nervoso Central, envolvendo as bases biológicas de percepção, motricidade, atenção, memória, pensamento, linguagem e consciência.

Os aspectos biológicos que embasam o conhecimento podem ser abordados interativamente junto aos participantes do minicurso, estabelecendo relações com os processos de ensinar e aprender. É importante destacar a questão da neuroplasticidade e a possibilidade de recuperação do Sistema Nervoso Central após lesões, com prognósticos favoráveis dependentes principalmente da idade. Relações entre pensamento e linguagem, bem como entre memória e consciência, podem ser também estabelecidas. Além disso, é fundamental considerar aspectos ligados à saúde e à integridade física e mental de quem aprende.

Mantendo uma abordagem interativa, é possível questionar concepções relacionadas à natureza do conhecimento científico de acordo com diferentes paradigmas, a partir de fundamentos neurobiológicos da percepção. É com esta reflexão que iniciaremos este estudo.

Fundamentos neurobiológicos da percepção

Há um interesse bem atual na neurobiologia da percepção, envolvendo estudo das funções cerebrais. Por exemplo, é interessante refletirmos sobre a importância da luz para a percepção do mundo – mais especificamente, a percepção visual. Como a percepção se relaciona aos processos mentais?

Conforme a concepção empirista, todo o conhecimento procede da experiência sensorial. Por isto, em sua origem, a Psicologia experimental investigou como um estímulo pode levar à experiência subjetiva. Foi constatada, então, um mecanismo comum a todos os sentidos:

- presença de um estímulo físico;
- transdução do estímulo em uma mensagem eletroquímica de impulsos nervosos;
- resposta à mensagem, como uma percepção ou uma representação.

O aprofundamento desses estudos mostra a fraqueza dos argumentos empiristas, pois “nossas percepções diferem qualitativamente das propriedades físicas dos estímulos. Isto porque o sistema nervoso central extrai apenas certas informações de um estímulo e despreza outras informações, e então interpreta essas informações no contexto da experiência já adquirida” (KANDEL; SHWARTZ; JESSEL, 2000, p.298).

Ou seja, as cores, os sabores, os cheiros e os sons são construções mentais. Por exemplo, recebemos ondas eletromagnéticas de frequências diversas, como estímulos, mas percebemos cores, que são criadas no cérebro. A luz branca contém os comprimentos de onda do espectro visível, permitindo, ao passar por um prisma, a visão de todas as cores que o olho humano pode perceber.

Isto é importante ressaltar: as percepções não são registros diretos do que existe no mundo, são construções internas, que dependem tanto dos órgãos dos sentidos e dos limites do sistema nervoso como de conhecimentos prévios, pelos quais organizamos e interpretamos a experiência sensorial. Pessoas com formação diversa podem perceber as mesmas coisas de diferentes modos.

Para melhor compreender como se processa a percepção, podemos continuar exemplificando com a percepção visual. Muitas das nossas impressões sobre o que nos cerca e também a memória estão ligadas ao sentido da visão, que é extremamente complexo. O cérebro reconhece cor, forma e movimento por três diferentes caminhos de processamento, que são paralelos e interativos. Entretanto, as informações conduzidas pelas três vias são reunidas numa só imagem, num processo criativo que ultrapassa, de longe, o mecanismo de uma máquina fotográfica.

“Como a lente da máquina, o cristalino do olho focaliza uma imagem invertida na retina. Esta analogia se inviabiliza rapidamente, entretanto, porque deixa de considerar o que a visão realmente faz, que é criar uma percepção tridimensional do mundo que é diferente das imagens bidimensionais projetadas na retina”. A visão “não registra imagens passivamente, como uma câmera fotográfica, mas transforma estímulos luminosos transitórios sobre a retina em construções mentais de um mundo tridimensional estável”. (KANDEL; SHWARTZ; JESSEL, 2000, p.311-312).

Assim, a visão é um processo ativo e criativo, como toda a percepção. A psicologia da *Gestalt* considera que a percepção cria, a partir de detalhes de um estímulo, a forma completa que emerge na consciência, organizada seletivamente pelo cérebro. A figura a seguir (LEVINE, 2001) exemplifica isso. Nela percebemos um triângulo que não está desenhado: trata-se de uma construção mental.

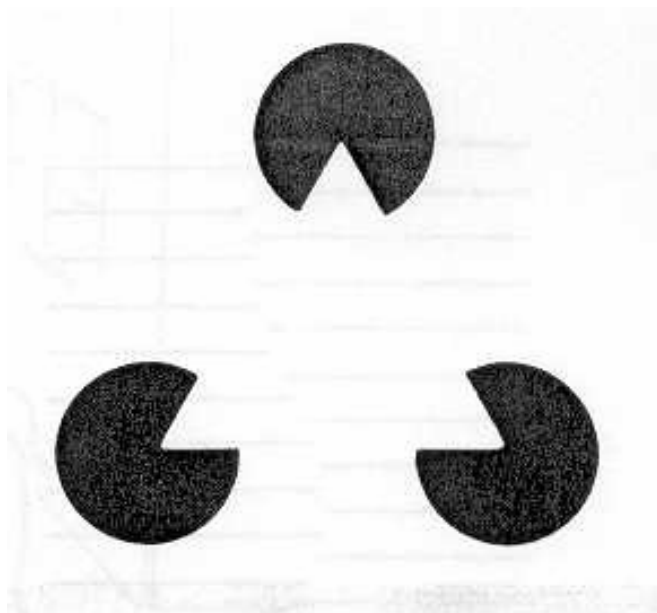


Figura 1: Haverá aqui um triângulo?

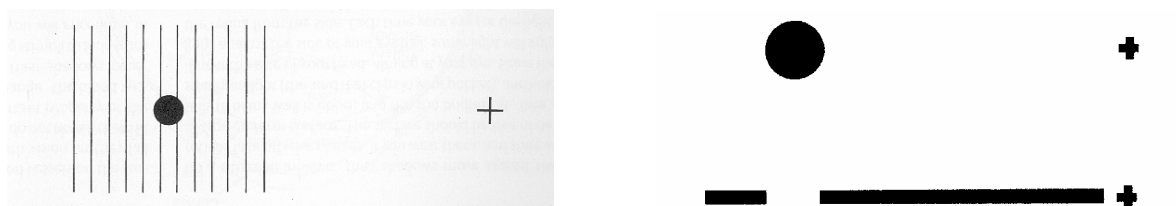


Figura 2: Figuras para testar o “ponto cego”

Outro aspecto interessante a considerar na visão é o “ponto cego”, que pode ser constatado nas figuras acima. Ao testar cada uma delas, feche o olho direito e olhe para a cruz com o olho esquerdo, aproximando ou afastando a figura. O que acontece com a imagem à esquerda, ao fazer isto?

A formação do ponto cego relaciona-se à estrutura do olho e, mais especificamente, ao ponto em que este se liga ao nervo ótico, mas há algo mais a considerar. Como essas experiências se relacionam à idéia de objetividade e neutralidade do conhecimento científico?

Hanson (1974) argumenta que a observação e a interpretação são simultâneas e indissociáveis e relaciona essas questões a concepções sobre a natureza das ciências, contrapondo-se à concepção empirista sobre o conhecer. Como isto pode ser relacionado à educação?

Essas questões vão permanecer em aberto, subjacentes à continuidade deste texto, em que serão apresentados, embora resumidos e sem ilustrações, conteúdos desenvolvidos no minicurso.

Percepção, emoção, memória e linguagem

Quando as informações captadas pelos órgãos dos sentidos chegam ao cérebro, ativam as respectivas áreas de processamento dessas informações, que são interpretadas e compreendidas, sendo enviadas para a amígdala. A amígdala, uma estrutura subcortical situada no lobo temporal do cérebro, decide que experiências são importantes o bastante para armazenar. Essa seleção depende do significado emocional dos eventos, ou seja, se um fato não toca suficientemente o indivíduo para ser arquivado, a amígdala não atuará. E, ao contrário, quando ele é chocante demais, ela entrará em hiperatividade, provocando,

então, o cancelamento da memória. Tal propriedade confere à amígdala uma posição extremamente importante para a aprendizagem. Na escola, por exemplo, o ensinar deve acontecer mediante atividades interessantes e desafiadoras para o aluno, a fim de que despertem sua atenção e dêem início à formação da memória.

As informações assim processadas seguem para o hipocampo, onde serão fixadas por segundos ou dias (memória de curta duração) para depois serem distribuídas para o resto do cérebro onde ficam guardadas (Houzel, 2002). Processos bioquímicos e estruturais ativam muitas conexões entre células de diferentes regiões cerebrais formando redes neurais de combinações infinitas, onde, então, a memória é armazenada. Cada uma dessas combinações corresponde a uma memória específica.

Depois das informações consolidadas, se dá a evocação das mesmas, onde o córtex frontal compara informações novas e antigas, exibindo, assim, um importante papel na resolução de problemas e planejamento. Um dos gânglios basais, o núcleo caudado, além de ter o controle cognitivo de seqüências motoras, também está relacionado com o conhecimento e a memória, ajudando na reconstituição da mesma, quando perdida. No cerebelo se processa um tipo especial de memória relacionada às ações automáticas, como o caminhar, sentar, pegar um lápis ou andar de bicicleta.

A aprendizagem implica conexão das unidades neuronais formando redes. O aprender se dá pela modificação e consolidação dessas conexões entre essas unidades, após a experiência vivenciada e pela retenção de hábitos ou de novas informações. As capacidades de perceber, compreender, falar, escrever e resolver problemas requerem aptidão para armazenar as informações. A aprendizagem consiste em incorporar informações e com elas formar memórias. É, então, aprender memórias (Izquierdo, 1992). Aprende-se constantemente, o tempo todo, principalmente enquanto estamos em estado de vigília. Aprende-se, porém, também quando sonhamos, porque, como ainda afirma Izquierdo (2002), guardamos lembranças conscientes, ou não, desses sonhos. Aprende-se, ainda, talvez até quando estamos inconscientes. Aprender acontece naturalmente na vida do ser humano, porque caso não existissem memórias, ninguém se sentiria vivo, e também porque são as memórias de cada um que determinam sua individualidade. Cada um é o que é graças a sua memória. O aprender ou o fazer memórias decorre de nosso sistema nervoso, especialmente de nosso cérebro.

O sistema nervoso codifica a linguagem, coordena sua emissão e recepção e a decodifica. Para a emissão, trabalham os órgãos relacionados ao aparelho fonador e os músculos da escrita. Na recepção da linguagem trabalham principalmente as orelhas e os olhos.

Quanto aos aspectos neurais, a emissão abrange, basicamente, o cerebelo, o córtex motor do cérebro (situado na porção posterior do lobo frontal), a área de Broca (também localizada na porção posterior do lobo frontal esquerdo) e os nervos motores. Há diferentes pontos do córtex motor que geram os movimentos da laringe, da mandíbula, da língua e dos lábios, como também pontos que comandam a habilidade das mãos. A recepção envolve a área auditiva situada no lobo temporal, a visual predominante no lobo occipital, a área de Wernicke localizada na parte posterior do lobo temporal esquerdo, nervos sensitivos e as áreas motoras, como as relacionadas com os movimentos oculares e a rotação da cabeça, movimentos presentes durante a leitura. Lesões na área de Wernicke impedem a pessoa de entender as palavras que ouve, embora reconhecendo os sons e emitindo palavras com significado claro.

A decodificação da linguagem escrita acontece no giro angular, situado na junção dos lobos parietal, temporal e occipital, integrando a informação sensorial, auditiva e visual processada respectivamente em cada uma dessas regiões. Esta posição central parece fazer com que o giro angular esquerdo seja fundamental para a leitura e a escrita. Lesões no giro angular impedem a pessoa compreender o que lê, embora sua linguagem falada não fique comprometida.

Embora o hemisfério cerebral esquerdo seja dominante para a linguagem, sabe-se que o hemisfério direito pode apresentar compreensão de certas palavras, especialmente nome de objetos. Springer e Deutsch (1998) lembram que pesquisas com pessoas normais apontam que a extensão em que o sentido de uma palavra é entendido pelo hemisfério direito depende de quanto ela é concreta em oposição ao abstrato. Assim, a compreensão de palavras como “justiça”, “harmonia” e “ódio” parecem depender mais do processamento do hemisfério esquerdo do que acontece com a compreensão de palavras como mesa, casa e cavalo, que o hemisfério direito também pode compreender.

Dentre tantas aprendizagens do ser humano, é a linguagem falada e escrita que nos permite fazer e evocar memórias, como idéias, conceitos abstratos, descrições de

sentimentos, pensamentos e, sobretudo, nos comunicarmos com os outros e com o mundo. Tudo isto depende da complexa estrutura do sistema nervoso, em seu funcionamento integrado a outros sistemas do organismo. Vale a pena conhecê-lo melhor.

Componentes do Sistema Nervoso – neurônios, neuroglias, neurotransmissores

A década de 90, que ficou conhecida como a década do cérebro, possibilitou muitas descobertas e revelou aspectos nunca antes vislumbrados sobre o sistema nervoso (SN) e seus componentes. Hoje, graças às novas tecnologias que permitiram descrever, com mais exatidão, várias paisagens do sistema nervoso humano, em especial do cérebro, esse maravilhoso e misterioso órgão, podemos compreender mais seu complexo funcionamento.

O sistema nervoso (SN) começa o seu desenvolvimento no 14º dia de gestação, bem antes de a mãe saber deste fato e está, neste momento, exposto a muitos fatores que podem contribuir para o sucesso de seu desenvolvimento ou não.

Até pouco tempo atrás se acreditava que o SN era composto apenas por neurônios. Atualmente sabemos que é formado por vários tipos de células, os neurônios e as neuroglias. Todas estas células têm funções distintas, complementares e cooperativas.

Os neurônios, segundo Herculano-Houzel (2002), correspondem de 2% a 10% do total das células do cérebro e estão encarregados da transmissão nervosa. Podem ser de diferentes tipos. Já as células gliais, a grande maioria, têm muitas e diversificadas funções.

O neurônio, a célula que sempre teve enorme destaque, apresenta três partes importantes: o corpo celular, no qual estão as informações genéticas e os comandos da célula; os dendritos, conjunto de ramificações, que está envolvido com a recepção das informações; e uma ramificação única e de tamanho variável, que tem como tarefa fazer a transmissão das informações.

As partes que compõem o neurônio devem estar bem estruturadas e em adequado funcionamento. Dentre as descobertas sobre estas estruturas, está a que nos mostra que os neurônios de crianças com Síndrome de Down são diferentes daqueles das demais crianças.

Os neurônios das crianças com Síndrome de Down, afirmam Batshaw et Perret (1992), além de serem menores e se apresentarem em menor nº, têm também dendritos com menos expansões, o que implica áreas de excitação mais reduzidas e, desta maneira, certa lentidão nos processos mentais. Foi identificado também que estas células produzem quantidades menores de Acetilcolina, um neurotransmissor ligado à aprendizagem.

O axônio, parte do neurônio que se dedica a transmissão nervosa, pode ou não ser recoberto por uma substância que serve como “um isolante” que impede o desperdício de energia. Esta substância, a mielina, é produzida por um grupo de células gliais, e recobre os axônios dos neurônios de áreas muito especializadas que exigem rapidez nas transmissões, estando envolvidas em atividades complexas, como o pensamento e a memória.

A mielina, essa substância lipo-proteica, vai sendo depositada a partir do período embrionário e segue neste processo ao longo da vida. O depósito de mielina está intimamente relacionado com a nutrição da mãe, e depois com a da criança, do/a jovem, do/a adulto. Até pouco tempo atrás, acreditava-se que a mielinização só acontecia até poucos anos de vida. Atualmente, descobrimos que este processo é mais intenso no período pré-natal, nos primeiros anos de vida e na adolescência. Depois é menos acentuado, permanecendo ativo ao longo dos anos. E ainda, sabemos que na adolescência este processo, juntamente com um novo processo de “escultura”, pode ser responsável por muitas das atitudes e comportamentos dos/as adolescentes.

A mielina torna a transmissão nervosa mais rápida e eficiente e este processo, denominado mielinização, é parte da maturação do SN. Há os períodos críticos, já mencionados, em que se o depósito de mielina não ocorrer conforme o esperado, o SN perde: seu funcionamento pode ser mais lento e comprometer seu desempenho.

O neurônio é uma célula solitária, isto é, não apresenta contato físico com nenhuma outra célula. E este isolamento tem uma função muito importante para a integridade física do SN, pois se um neurônio morrer, será eliminado e os demais serão recrutados para realizarem a tarefa daquele que deixou de existir. Este processo permite adaptações, ajustes e desenvolvimento do SN.

Por serem isolados, os neurônios fazem a transmissão nervosa por alteração de suas membranas permitindo a passagem do impulso e, depois este continua a se

propagar pela liberação de substâncias químicas que são lançadas no intervalo existente entre cada neurônio e mantêm o fluxo da informação. O espaço entre cada neurônio é denominado sinapse. É aí que os neurotransmissores são liberados. Os neurotransmissores, substâncias que fazem a comunicação química entre os neurônios, são de fundamental importância para o bom funcionamento do SN. Entre eles estão a dopamina, ligada ao controle muscular; a serotonina, associada às emoções; a acetilcolina, com um papel na aprendizagem, segundo estudos mais avançados; a noradrenalina, que está ligada à motivação; o glutamato, que promove a comunicação entre os neurônios; as encefalinas e endorfinas, e outros cujo mecanismo ainda não foi esclarecido. Todos com suas funções bem definidas e em determinados níveis. Qualquer alteração nesses níveis, certamente se traduz em disfunções as mais variadas.

Um exemplo deste fato aparece nos casos de epilepsia, em que há maior concentração de glutamato. Também o quadro de déficit de atenção e hiperatividade, além de apresentar alterações em regiões do encéfalo, mostra níveis inadequados de dopamina e noradrenalina. Assim, para um bom funcionamento do SN é preciso células devidamente estruturadas com adequado nível de neurotransmissores.

Células nervosas e neuroplasticidade

Ao nascermos temos um exagerado número de células nervosas que, aos poucos, vão morrendo. É que os estímulos promovem conexões entre as células e as que não forem usadas morrem. Há um processo de seleção, de poda, conhecido como apoptose ou morte celular programada, destaca Carter (2003). Trata-se de um processo de lapidação para ajustar o número de neurônios ao número de alvos disponíveis. O propósito no cérebro imaturo é fortalecer e racionalizar as conexões entre aquelas que permanecerão e evitar que o cérebro fique superpovoado com suas próprias células. Este processo de “escultura”, segundo Carter (2003), embora essencial, pode cobrar um preço significativo. Assim, apoptose incompleta pode ser responsável por assombrosas capacidades em pessoas que, para outras aptidões, apresentam deficiência mental expressiva.

É interessante, contudo, destacar que esse exagerado número de células nervosas que poderão morrer, no processo de “escultura”, também permite que, estimuladas e, por isso, reforçadas e definidas as conexões, haja avanços e superação de limites,

outrora nunca experimentados. Isto abre caminhos e renova a esperança de maior desenvolvimento nas pessoas com necessidades educacionais especiais, principalmente ao considerarmos também outra importante característica das células nervosas, a neuroplasticidade.

As células nervosas apresentam a capacidade de se modificar e promover o desenvolvimento e/ou a recuperação em caso de lesão. Essa capacidade ficou conhecida com o nome de neuroplasticidade. Segundo Annunziato e Silva (1995), a neuroplasticidade é uma tentativa, uma “teima”, em que estruturas do encéfalo insistem em se organizar e reorganizar, diante de um evento traumático, e manter, aprimorar e recuperar funções, o que confirma e destaca a importância de estímulos variados e de cuidados com a saúde neuronal.

Até pouco mais de vinte anos atrás, um acidente que provocasse lesões no SN era visto como algo sobre o qual não havia o que fazer. O nascimento de uma criança com Síndrome de Down, por exemplo, também era tido como uma sentença que determinava a vida desta pessoa, de sua família e sua inclusão social.

A descoberta da neuroplasticidade, no entanto, muda e muito as abordagens, tanto terapêuticas como educacionais, antes realizadas. Hoje sabemos que as células do SN podem e, certamente, sempre se organizam e reorganizam a partir de estímulos, os mais variados. Esta dança complexa que acontece diariamente promove a arquitetura cerebral e mostra que, embora haja uma ordem genética para que isto tudo aconteça, ela é muito influenciada pelas experiências significativas e repetidas que vivemos. Evidencia-se desta forma a importância do ambiente, mostrando que o cérebro humano é ecológico, como assevera Shore (2000), isto é, está definitiva e irremediavelmente na dependência do ambiente em que vivemos.

Quanto às células gliais ainda há muito que saber, no entanto, a cada vez elas se tornam mais importantes e assumem destaque. Por exemplo, comenta Herculano-Houzel (2002), o que diferenciou o cérebro prodigioso de Einstein foi o nº de glias presentes na região frontal. Podemos, então, deduzir a importância destas células, que só nos últimos anos estão sendo estudadas, sendo desvendados alguns de seus mistérios.

As glias/neuróglia, cujo significado, em grego quer, dizer “cola”, afirma a mesma autora, são menores e ficam aglomeradas ao redor do neurônio. Elas, sabemos hoje, se comunicam com os neurônios ou influenciam a comunicação entre eles.

Algumas experiências, conforme enfatiza Herculano-Houzel (2002), mostraram que as glias não são silenciosas como se pensava. Elas têm grande atividade e respondem ao glutamato, um importante sinal químico de comunicação entre os neurônios, vital para formar as ligações entre eles. E também liberam glutamato. Ficam próximas às fendas sinápticas e, então, absorvem o excesso de glutamato que aparece nesse local. Sua função aí é proteger os neurônios do excesso de glutamato; excesso que se torna tóxico e que promove a super-excitação dos neurônios, desencadeando, às vezes, crises convulsivas freqüentes, até levá-los à morte.

Além de facilitar a comunicação entre os neurônios, as glias os mantêm vivos: sem elas os neurônios morrem. Elas os nutrem e passam fatores de crescimento. Estudos recentes mostram que sem as glias, os neurônios não sabem montar suas sinapses. É interessante destacar, afirma Herculano-Houzel (2002), que um experimento mostrou que os neurônios da retina não dependem das glias para sobreviver, mas diante delas são dez vezes mais ativos.

Entre as funções das diferentes glias, atesta Greenfield (2000), estão as de guiar neurônios até seu local funcional e produzir substâncias importantes, como a mielina.

Assim, o bom funcionamento do SN e do cérebro dependem de todas essas células, de onde se localizam, de como se organizam e de como se comunicam, liberando seus neurotransmissores em níveis adequados.

O funcionamento adequado do SN depende de muitos fatores que podem promover a neuroplasticidade e criar estruturas que nos permitam enfrentar, de modo exitoso, as exigências da vida cotidiana. Para tanto é interessante destacar que alimentação adequada; exercícios físicos regulares, que promovem a liberação de fatores de crescimento dos neurônios e permitem avanços significativos, com superação de dificuldades herdadas ou criadas por eventos que interferem no desenvolvimento; sono; lazer; não uso de substâncias nocivas ao SN e ambientes ricos em estímulos e tranquilos são alguns dos fatores aos quais o nosso sistema responde bem.

Considerações finais

O minicurso sobre bases biológica da aprendizagem, que envolve também questões relacionadas à saúde física e mental, não consiste apenas em trazer informações. É construído também pelo grupo de participantes, considerando os

depoimentos e as questões formuladas em cada grupo. Por isto este texto aborda os conteúdos trabalhados, mas não da forma como o curso foi implementado. Fica aqui apenas o registro do fascinante tema que abordamos.

Saber minimamente como o cérebro se desenvolve, identificando os estágios pelos quais passa em seu desenvolvimento, permite ao/à educador/a acompanhar e, desde cedo, alertar as famílias para atrasos que poderão sinalizar problemas no SN. Deste modo, poderão ser feitas mais rápida e eficazmente as intervenções que poderão fazer toda a diferença no desenvolvimento da criança e mais tarde em suas possibilidades de aprender.

Compreender a estreita ligação entre aspectos cognitivos e emocionais em qualquer aprendizagem é fundamental. Além disso, voltando ao ponto de partida deste estudo, não há observação neutra, desvinculada de uma interpretação, pois a própria observação é seletiva. Os conhecimentos prévios, as crenças, os temores e as expectativas dos estudantes precisam ser considerados.

Mas este é um tema que não se esgota. Convidamos o leitor a ampliá-lo com suas próprias respostas e questionamentos, mobilizando a criatividade e a imaginação.

Referências

ANNUNCIATO, Nelson Francisco; SILVA, Ciro Ferreira da Silva. **Desenvolvimento do sistema nervoso**: temas sobre desenvolvimento, v. 4, p. 35-46. Menon, 1995.

BATSHAW, Mark; PERRET, Yvonne. **Criança com deficiência**: uma orientação médica. Santos: Maltese, 1992.

CARTER, Rita. **O livro de ouro da mente**: o funcionamento e os mistérios do cérebro humano. Rio de Janeiro: Ediouro, 2003.

GREENFIELD, Susan A. **O cérebro humano**: uma visita guiada. Rio de Janeiro: Rocco, 2000.

HANSON, Norwood Russel. Observação e interpretação. In: MORGENBESSER, Sidney. **Filosofia da Ciência**. São Paulo: Cultrix, 1974, p. 127-138.

HERCULANO-HOUZEL, Suzana. **O cérebro nosso de cada dia**: descobertas da neurociência sobre vida cotidiana. Rio de Janeiro: Vieira e Lent, 2002.

IZQUIERDO, Iván. **Qué es la memória?** Buenos Aires: Fondo de Cultura Econômica, Asociación Ciência Hoy, 1992.

_____. **Tempo de viver.** São Leopoldo: Unisinos, Coleção Aldus 2, 2002.

KANDEL, Eric R.; SHWARTZ, James H.; JESSEL, Thomas M. **Fundamentos da Neurociência e do Comportamento.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

LEVINE, Michael W. **Fundamentals of Sensation and Perception.** 3 ed. New York: Oxford, 2001.

SHORE, Rima. **Repensando o cérebro.** Porto Alegre: Mercado Aberto, 2000.

SPRINGER, Sally P.; DEUTSCH, Georg. **Cérebro esquerdo, cérebro direito.** São Paulo: Summus, 1998.