

Contribuições da neurociência *para a concepção de currículo*

ELVIRA SOUZA LIMA*

RESUMO: Para definir o currículo é importante considerar como o cérebro aprende os conhecimentos formais, resultado da evolução cultural da espécie. A neurociência revela que para promover a aprendizagem, o currículo, que norteia a ação do professor e direciona a relação do aluno com o conhecimento, deve incluir as atividades que formam a base para a aquisição dos conhecimentos escolares.

Palavras-chave: Desenvolvimento humano. Neurociência. Aprendizagem. Currículo.

Introdução

A escola é um espaço de cultura criado há cerca de 5.000 anos e organizado desde então para que as novas gerações se apropriem dos conhecimentos formais e métodos. Pela capacidade da espécie de constituir cultura e ensiná-la às novas gerações, a humanidade produziu ciências e artes. Incluem-se aí a capacidade de organizar os conhecimentos em sistemas e a capacidade de ter consciência dos métodos utilizados, além da possibilidade de criar estratégias para ensiná-los a qualquer ser humano.

A invenção da escola foi consequência da crescente complexidade das produções simbólicas, dentre as quais se destacaram a escrita ideográfica, a escrita matemática, a geometria plana e espacial, a escrita alfabética, a escrita musical e os sistemas de medida.

* Doutora em Ciências da Educação. Pesquisadora em Desenvolvimento Humano com formação em neurociência, psicologia, antropologia e música. São Paulo/SP - Brasil. *E-mail:* <elvirasouzalima@gmail.com>.

A escola passou a ser a guardiã e transmissora do conhecimento formal. Porém, ao mesmo tempo, ela se estabeleceu como o espaço de controle do acesso ao conhecimento. Com o processo histórico de democratização do espaço escolar, verificado desde o início do século XX, colocou-se com maior ênfase a questão da seleção dos conhecimentos que deveriam ou devem ser oferecidos aos alunos, em outras palavras, a elaboração do currículo.

Neste meio tempo, da metade do século XX para cá, paralelamente à grande expansão mundial dos sistemas de ensino, estruturou-se e se desenvolveu com grande rapidez uma nova área de conhecimento, a neurociência, que reúne pesquisas e estudos sobre a fisiologia do cérebro humano, seu funcionamento, sua plasticidade e sua capacidade de reorganização.

Com o avanço tecnológico, principalmente a partir da década de 1980, ampliaram-se, de forma extraordinária, as possibilidades de estudo do cérebro vivo em funcionamento em qualquer idade e até mesmo na vida intrauterina. Produziu-se, assim, um corpo de conhecimentos que traz contribuições importantes para a pedagogia e seu campo de ação, a educação escolar.

As contribuições da neurociência estendem-se dos processos de desenvolvimento da espécie aos processos necessários para se apropriar dos conhecimentos formais, da vida intrauterina à velhice, do ser humano individual à vida em grupo. Para a educação, interessam não somente os caminhos pelos quais os cérebros da criança e do jovem aprendem, mas como o cérebro funciona, incluindo estas idades e as idades da vida adulta, englobando, portanto, os professores.

Todos estes conhecimentos trazem, sem dúvida, uma contribuição para a reflexão e o desenho dos currículos escolares.

A neurociência na concepção e estruturação do currículo

Seguem abaixo algumas das contribuições mais importantes da neurociência para a docência e para a aprendizagem em âmbito escolar. Elas são apresentadas de forma sucinta, em tópicos, para facilitar a comunicação, adequando-se ao escopo de um artigo.

1. Embora as aprendizagens dos conhecimentos formais se apoiem em capacidades humanas dadas pela genética da espécie, como a função simbólica (capacidade de simbolizar) e a formação de memórias de longa duração, não há genética para as aprendizagens dos conhecimentos formais, elas são todas do domínio da cultura. Isto é, conteúdos e métodos precisam ser ensinados e dependem de estudo para serem aprendidos.

2. A aprendizagem dos conhecimentos formais depende da apropriação e prática de atividades específicas as quais, também, precisam ser ensinadas. São elas as atividades de estudo e de pesquisa.
3. A aprendizagem dos conhecimentos formais depende da formação de novas memórias de longa duração e de ampliação de memórias já existentes. Sem memória, não há aprendizagem. Para formar memórias de longa duração é preciso estudar o conteúdo, utilizando constantemente as atividades de estudo.
4. As memórias do conhecimento formal incluem os conteúdos, os métodos científicos e os valores atribuídos a este conhecimento.
5. Os valores éticos na utilização do conhecimento são inerentes ao próprio processo de ensino. Para tanto, ao ensinar um conteúdo, é importante o professor já sinalizar que tal conhecimento tem implicações quer para o desenvolvimento da ciência, quer para a melhoria da qualidade de vida e/ou para a preservação do planeta, quer para a vida cotidiana. Muitos conhecimentos se destacam por incluírem dados e informações que podem ser disponibilizados à comunidade (ou seja, resultados de pesquisas científicas podem ter um alcance, muitas vezes, para a vida cotidiana). Outros conhecimentos podem ser alvo de socialização e cooperação dentro da própria escola, entre alunos de diferentes anos de escolarização. Por exemplo: alunos fundamental 1 com alunos de educação infantil ou alunos de fundamental 2 em interação com alunos de fundamental 1 e educação infantil.
6. Os conhecimentos formais se classificam em aqueles que podem ser aplicados diretamente à vida cotidiana, por exemplo conhecimentos sobre plantas, insetos, doenças transmissíveis, e aqueles que não têm aplicabilidade direta, mas que causam modificações no funcionamento do cérebro e modificam os processos de pensamento. Por exemplo, a álgebra, sem aplicação direta na vida cotidiana, que forma redes neuronais muito importantes (que constituem o pensamento lógico) e podem ser utilizadas na elaboração do pensamento crítico.
7. Alguns componentes do currículo precisam se transformar em instrumentos do pensamento, ou seja, eles precisam ser tão bem aprendidos de forma que sua utilização passe a ser praticamente automática. A tabuada e a base dez na matemática, a sintaxe da língua escrita, a regência verbal, o conhecimento amplo da subordinação na escrita e na leitura, a transformação dos componentes da natureza nas ciências são alguns exemplos.

8. O conteúdo é essencial para a formação de conceito, e o avanço do pensamento está ligado à exploração de múltiplas possibilidades de aplicação do conceito. Em outras palavras, não se forma conceito sem conhecer e estudar os conteúdos de cada área do conhecimento.
9. A pesquisa e a formação de comportamento investigativo são eixos estruturadores da docência, uma vez que o cérebro aprende pela experimentação, observação e análise de processo e resultados, sucedidos pela reflexão e pela proposição de novas perguntas.
10. A educação infantil tem uma grande relevância, pois é neste período de desenvolvimento humano que acontecem a formação e ampliação dos acervos de memória que fornecem as bases para as aprendizagens escolares do ensino fundamental e ensino médio. As estruturas cerebrais formadas neste período impactam por décadas a apropriação e utilização de sistemas simbólicos e os processos de pensamento.
11. Aprender a ler e a apropriação da escrita acontecem como fatos culturais, ou seja, não há área no cérebro geneticamente determinada para ler e para escrever, como há para a fala. Desta forma, é preciso formar no cérebro uma nova estrutura que envolve inúmeras áreas cerebrais.
12. Ler e escrever, embora relacionadas, são aprendizagens distintas. Uma pessoa pode ler bem uma língua e não saber escrevê-la. Isto significa que no currículo devem constar oralidade, leitura e escrita como aquisições específicas a serem feitas e na docência são necessários planejamentos distintos para leitura e para escrita. Outra revelação da neurociência é que escrever não é uma transcrição da fala, o cérebro utiliza várias áreas além das áreas da fala para formar a estrutura que o capacita a ler com compreensão e a dominar a estrutura do sistema formal da escrita de qualquer língua.
13. Aprender envolve o sistema emocional, portanto as emoções são parte integrante da motivação (envolvimento com o conhecimento e disponibilidade para aprender) e da formação de memórias, uma vez que está comprovado que a memória é modulada pela emoção.
14. Saber conviver
15. Saber conviver inclui enfrentar conflitos, resolver situações de conflito e formar comportamentos de tolerância. Para tanto, é preciso aprender a escutar, que é algo que se aprende na vida em coletivo, em processos de interação social. Trabalhar em equipe, brincar em grupo, atuar com respeito ao outro nos

jogos de ação, cantar em coral, atuar em peças de teatro, realizar experimentos científicos são algumas das situações pedagógicas cuja realização promove o saber conviver na escola. Além disso, estas atividades promovem a confiança em si e nos outros.

16. Comportamentos de responsabilidade e de esforço e persistência são componentes importantes na vida adulta e eles se formam em situações concretas na infância e adolescência. A escola tem um papel importante neste aspecto da formação dos alunos, pois a proposta pedagógica da escola é que favorecerá tais comportamentos.
17. Vivência com a natureza. A experiência real imediata com a natureza tem um impacto importante no desenvolvimento do cérebro e na compreensão do fenômeno científico.
18. Não há separação entre arte e ciência no cérebro, assim como entre emoção e cognição. Antes de produzir ciência formalmente, o ser humano produziu arte. Os estudos do cérebro revelam a importância que a arte tem no desenvolvimento da pessoa e como a arte provoca mudanças no cérebro, tanto fisiológicas, como de funcionamento. A Arte modifica áreas do cérebro e as modificações são, várias delas, permanentes. Por exemplo, quem aprende a tocar um instrumento tem áreas aumentadas pelas redes neuronais que se formam pela prática musical e estas redes se mantêm mesmo que a pessoa deixe de tocar o instrumento. Crianças que iniciam treino formal de música logo cedo apresentam, invariavelmente, melhores resultados acadêmicos.

Currículo para o desenvolvimento humano e as aprendizagens escolares

Considerando o desenvolvimento biológico e cultural da espécie humana, o currículo deve incluir dois campos que, naturalmente, se superpõem: componente curricular para o desenvolvimento humano e componente curricular para as aprendizagens escolares.

As aprendizagens escolares dependem e/ou são baseadas no desenvolvimento humano. Na educação infantil e no início do fundamental 1 (primeiro e segundo anos) a carga horária dos componentes curriculares para o desenvolvimento humano demanda um tempo maior do que nos anos subsequentes. A carga curricular para o desenvolvimento humano será tão maior quanto menor forem as crianças. Por exemplo, na educação infantil há que se desenvolver a percepção auditiva, visual, tátil e olfativa. Igualmente, neste período, é que se dá o grande desenvolvimento da função simbólica,

da memória e da imaginação que, na criança, ocorre pelo brincar, pela música, pelo desenho, pelas várias formas de narrativa. Atividades que promovem o desenvolvimento humano são de grande importância.

À medida que a criança cresce e se desenvolve, acontece a introdução gradativa de conteúdos escolares.

Na dimensão das aprendizagens escolares, neste período, alguns dos componentes integrantes do currículo são a formação, na memória, das letras, algarismos, sinais de pontuação e sinais da matemática pela manipulação do alfabeto e do numerário móvel; o desenvolvimento do conceito de quantidade, do pensamento espacial e geométrico e a experimentação com os fenômenos das ciências.

Fenômenos científicos e a experimentação com elementos da natureza são possibilidades para a introdução ao universo das ciências, com observação e registro pelo desenho na educação infantil e pelo desenho e escrita no ensino fundamental 1. No ensino fundamental 2 e no ensino médio, devido às mudanças que ocorrem durante o processo de maturação do cérebro, requer-se, também, que se mantenham no currículo os componentes que educam a atenção e favorecem a aprendizagem como a música, o desenho e a prática constante da pesquisa científica com os comportamentos de observação e registro.

As aprendizagens escolares, na vida cotidiana e o currículo

O ser humano tem uma capacidade extraordinária para aprender e criar memórias que permanecem por toda uma vida. Enquanto algumas aprendizagens são possíveis pela vida de cultura, pela imitação e por outros mecanismos, as aprendizagens escolares têm uma especificidade, uma vez que os conhecimentos formais só são aprendidos se forem ensinados, assim como dependem de estudo para que se formem conceitos e se formem memórias de longa duração. Os conteúdos ensinados não tem que, necessariamente, ter uma aplicação direta na vida cotidiana. Muitos deles impactam os processos mentais internos e, em muitos casos, a apropriação de conhecimentos leva à formação de instrumentos e meios para o pensamento.

Na realidade, vários conhecimentos precisam se transformar em instrumento do pensamento, ou seja, devem passar a auxiliar a reflexão e a aquisição de outros conhecimentos e a formação de novos conceitos. Por exemplo, a tabuada é um conteúdo da matemática, uma vez aprendido o princípio multiplicativo que é o elemento estruturador da tabuada, o aluno é capaz de realizar outras aprendizagens e lidar com outros conhecimentos que envolvam este princípio, não só na matemática como em outras áreas do conhecimento.

Aprendemos porque temos a capacidade de simbolizar e de criar memórias. O conhecimento surge da vida em sociedade, é socializado através das muitas formas de comunicação entre os seres humanos, mas sua efetivação é **individual**. Isso quer dizer que o que uma pessoa aprende fica “guardado em seu corpo, principalmente em seu cérebro”. O que cada um de nós sabe, acaba quando morremos. Só permanece aquilo que ficou registrado através de sistemas existentes nas artes, nas ciências e nas línguas ou aquilo que é passado de geração a geração pelas tradições orais.

Aprendemos porque temos a capacidade de elaborar processos complexos e transmiti-los. Aprendemos por imitação ou pelo ensino. A aprendizagem transforma as possibilidades de desenvolvimento, tanto do que se observa como comportamento (externo) quanto dos processos internos. É exatamente essa capacidade de transformação interna, à qual não tínhamos acesso para estudo direto, que hoje se mostra como um fator novo importante para a pedagogia.

De fato, o acesso aos processos biológicos do cérebro que acompanham a ação e o pensamento no ser humano, tem nos revelado que há uma coreografia muito próxima entre o que chega ao cérebro pelos cinco sentidos e as redes que se formam internamente. Revela, também, que temos uma dimensão de sentidos internos que funcionam, se relacionam e integram elementos internos (fala interna, imagética visual, sonhos e consciência). Uma das descobertas mais importantes da neurociência é a de que o cérebro apresenta grande plasticidade. Ele se organiza e pode reformular uma organização, isto é, se reorganizar funcionalmente para atender a alguma adaptação necessária. Um dos exemplos mais marcantes é o que acontece para que uma pessoa se alfabetize. Ler e escrever requerem adaptações no funcionamento cerebral, uma vez que não há, na genética da espécie, áreas designadas para a leitura e para a escrita. Segundo as pesquisas, já foram identificadas 17 áreas necessárias para que uma pessoa possa ler, isto é, a reorganização do cérebro requer a formação de redes neuronais envolvendo 17 diferentes áreas do cérebro para que uma pessoa leia com compreensão (Wolf, 2007) e para ler e escrever a pessoa precisa formar uma estrutura neuronal, denominada por Dehaene (2007) de *boîte aux lettres* (tradução livre: caixa de letras), ou seja, uma formação cerebral nova para poder ler com compreensão e ser capaz de escrever textos com sintaxe e semântica.

A escrita é um conhecimento formal, ou seja, é um sistema que precisa ser apropriado pelo aluno e, para tanto, ele depende da docência, que encaminhe as formações neuronais específicas para que ele possa escrever.

A criação da escola coincide com a invenção da escrita. Depois da criação da escrita, o desenvolvimento cultural da humanidade se acelerou, chegando à invenção da imprensa no século XV. A partir daí, houve uma aceleração ainda mais acentuada no desenvolvimento das ciências e das técnicas artísticas, na invenção de equipamentos, na produção literária e no desenvolvimento tecnológico. A aceleração foi tal que, hoje, testemunhamos em uma mesma geração mudanças marcantes nas formas de comunicação

humana, no fluxo de informação entre países e na inovação instrumental e tecnológica. Isso se reflete na escola: educar uma criança, atualmente, exige dos professores a compreensão do desenvolvimento humano em contextos culturais distintos, como as redes sociais, a convivência diária e contínua com novos equipamentos tecnológicos de comunicação, assim como grande rapidez nos avanços científicos.

A escola continua sendo, no entanto, um contexto cultural no qual a vivência simbólica constitui o eixo da relação entre docentes e alunos entre si e com o conhecimento formal.

Quanto à educação escolar, temos a considerar duas premissas: primeiramente que a escola é um dos contextos de desenvolvimento da espécie humana, contexto no qual a dimensão cultural está fortemente presente. A escola é uma invenção da cultura (criação cultural), assim como os conhecimentos que ela deve universalizar para as novas gerações são, todos, produtos da cultura. A segunda premissa é que, como o desenvolvimento do ser humano é biológico e cultural (conforme as pesquisas sobre o cérebro já demonstraram), a escola passa a ser um componente inegável do desenvolvimento e formação do cérebro de cada pessoa.

Considerando estas premissas, o currículo assume uma dimensão formadora e para ser desenvolvido ele depende da memória de cada professor em sala de aula. Não são apenas os projetos político-pedagógicos ou o material didático adotado e, nem mesmo, a tecnologia que definirão *per se* a qualidade da educação formal. A pessoa de cada professor com seus acervos de memória, constitui o ponto de partida para a proposição da didática que levará o aluno ao conhecimento.

A neurociência propõe como um dos eixos fundamentais da escolarização a formação e compartilhamento de memórias. Ela desloca uma visão centrada ou no professor ou no aluno para propor uma visão que integra os acervos de conhecimento que o professor possui em sua memória aos processos de memória que o aluno necessitará realizar para que aprenda.

Assim, a partir da neurociência pode-se sugerir a integração dos conhecimentos formais e métodos, traduzindo-se em uma concepção pedagógica de docência que inclui, em suas linhas orientadoras, como o cérebro aprende (aluno) e como o cérebro pode e deve se organizar para ensinar (professor).

O desenvolvimento do cérebro é função da cultura e dos objetos culturais existentes em um determinado período histórico. O currículo é uma criação cultural, portanto, é inerente a ele o fato de que as mudanças geracionais precisam ser consideradas pela pedagogia.

O cérebro: permanências e mudanças

Testemunhamos, nas últimas duas décadas, mudanças extraordinárias no desenvolvimento cultural da espécie humana. Como resultado, os processos de desenvolvimento das novas gerações apresentam peculiaridades novas, mesmo para professores jovens.

O cérebro, no entanto, mantém seu processo de desenvolvimento, conforme traçado pela genética da espécie. Continuamos a ter genética para falar, para cantar, para engatinhar e para ficar ereto e caminhar com os dois pés. Cinco mil anos de existência da escrita ainda não modificaram o cérebro de forma que cheguemos a ler e a escrever sem sermos ensinados e sem estudar e praticar muito. Ou seja, ler e escrever continuam sendo aprendizagens culturais.

O mesmo se dá com todos os componentes curriculares. Portanto, a docência dos conteúdos mantém-se necessária, porém com o diferencial de que as formas humanas de ensinar os conhecimentos formais se diversificaram,.

A aprendizagem dos conhecimentos do currículo continua dependendo das funções como percepção atenção, memória e imaginação, e continuam a fazer parte do currículo as atividades humanas que levam a desenvolver estas funções. Dentre elas destacamos as atividades artísticas, principalmente a música, o desenho e o drama e as atividades próprias do comportamento investigativo e de pesquisa.

Currículo e formação de conceitos

O ser humano constitui e amplia os conceitos, continuamente, mas essa ampliação depende tanto de elementos internos quanto externos à pessoa. Para a constituição de um conceito, a construção de significado não é suficiente. É preciso que haja, também, o estabelecimento e a compreensão das relações múltiplas possíveis entre os vários significados. Em outras palavras, não basta, por exemplo, construir o significado da palavra “ímã” como um objeto ferroso que gruda em outro; é necessário compreender como e por que isso ocorre, compreender qual é a relação entre as cargas, compreender o que é campo magnético e relacionar estes fatos com fenômenos da natureza, como a queda do raio, por exemplo. Ao compreender a rede de relações do conhecimento, o ser humano constitui categorias de pensamento que vão permitir, por sua vez, a compreensão de redes de relações cada vez mais complexas.

A informação faz parte, mas não dá conta da abrangência de todo o processo de formação do conceito. Há um movimento necessário de realimentação situada no tempo: a formação de conceitos depende de experiências, informações e dados que sejam capazes de transformar o conhecimento já constituído e que sejam disponibilizados aos educandos ao longo de um ano letivo ou de um ciclo de formação.

O conceito se constitui ao longo de um tempo e de forma organizada, e caminha no sentido da complexidade crescente. À medida que novos elementos e novas informações são oferecidos ao aluno, os conceitos desenvolvidos se ampliam e se tornam mais abrangentes. O tempo para aprender, geralmente, não é um tempo curto, pois a construção e o desenvolvimento dos conceitos são feitos progressivamente e dependem de sucessivas retomadas de um mesmo conteúdo.

Se há, portanto, um processo, o professor precisa identificar o nível de desenvolvimento dos educandos para intervir de modo a não repetir o que o aluno já fez ou já sabe, mas também não dar saltos muito grandes, que impossibilitem ao aluno estabelecer ligações, criar significados, estabelecer relações e, conseqüentemente, aprender.

Isso implica o confronto entre os conceitos mais fragmentados que a criança constitui no cotidiano e o conhecimento organizado. Mas esse confronto não é, meramente, de conteúdo. Ele é, também, **de processos de construção de significado**, ou seja, a construção do conhecimento formal é diferente da construção do conhecimento do cotidiano no que se refere às categorias de pensamento que os organizam e os elaboram. Em outras palavras, a própria possibilidade de se apropriar do conhecimento formal dependerá da existência de categorias de análise e de processos de pensamento, que só são constituídos quando a pessoa entra em relação com o conhecimento formal.

Não se trata, portanto, de desenhar um currículo que, simplesmente, dê continuidade à experiência do cotidiano que o aluno traz, mas de transformá-la à luz do próprio conhecimento.

Destacamos a seguir, alguns tópicos importantes para os componentes curriculares com base no desenvolvimento humano.

O currículo e os processos de percepção e atenção

As aprendizagens escolares acontecem como suporte do desenvolvimento da espécie, como já colocado anteriormente.

A percepção realizada pelos sentidos abre caminho para que cheguem ao cérebro todo tipo de informação vindo dos contextos de vida da pessoa. A primeira condição para aprender é que haja processamento no cérebro. Para perceber, são necessários os estados progressivos de atenção: alerta, foco e concentração e atenção executiva.

Para que sejam percorridos estes estados progressivos da atenção é necessário educá-la: a educação da atenção é um componente essencial para a educação contemporânea.

O excesso na utilização de equipamentos eletrônicos e a diminuição nas atividades coletivas da vida de cultura (brincadeiras, atividades lúdicas e celebrações) e atividades da cultura da infância, assim como alguns equívocos a respeito do desenvolvimento infantil têm levado as crianças a constituírem comportamentos dispersivos em sala de aula. Atualmente, a escola defronta-se com um novo desafio, que é desenvolver nas crianças comportamentos básicos de atenção.

PERCEPÇÃO E ATENÇÃO

Percepção e atenção são funções das quais dependem as aprendizagens de modo geral e, em particular, as aprendizagens dos conhecimentos escolares. Sem atenção, não há processos adequados de percepção, principalmente, visual e auditiva. Por exemplo, o aluno não ouve o que o professor fala ou esquece rapidamente. Sem isto não chegam ao cérebro os conteúdos a serem aprendidos e as informações a serem processadas.

Sem a atenção executiva não há aprendizagem dos conhecimentos escolares, pois não se formam memórias, nem o aluno traz à sua consciência o conteúdo ensinado. Sem atenção executiva e sem consciência, não se têm as condições necessárias para as atividades de pensamento como reflexão, análise, comparação, síntese. Além disso, não acontece a formação de redes neuronais de relações entre os conceitos, conhecimentos e informações entre duas ou mais áreas do conhecimento.

Currículo, pensamento e argumentação

O corpo de conhecimentos que ensinamos deve levar à argumentação e ser utilizado para tal. Para argumentar é necessário o conhecimento, o desenvolvimento da oralidade que, por sua vez, está diretamente condicionada ao conhecimento da sintaxe e da semântica, ao léxico da fala interna e à consciência do conhecimento. Para argumentar, é necessário refletir, e a reflexão é construída através da formação de memórias possibilitada pelo próprio conhecimento formal. Ao ser ensinado um novo conteúdo, se este for situado no contexto histórico de sua criação ou elaboração, o aluno poderá formar memória com redes neuronais mais densas, ou seja, mais neurônios disponíveis para a realização de um número maior de sinapses. Por exemplo: a revolução industrial geralmente é introduzida como uma mudança na produção, na acumulação de capital e nas formas de trabalho. Porém, a revolução industrial impactou a vida do ser humano nas dimensões da alimentação, do sono e na quebra do ritmo biológico. Afetou o funcionamento das áreas de recompensa no cérebro, afastando o ser humano de certas práticas

culturais e da vida cotidiana que causavam recompensa imediata. A interdisciplinaridade está nas relações que se podem estabelecer a partir do fenômeno histórico, no caso a revolução industrial com outros domínios do conhecimento.

Ao se ensinar um conteúdo é necessário trazer à consciência do aluno o método, ou seja, como o conteúdo foi produzido. Como foi que o historiador elaborou o conteúdo: ele pode ter utilizado fontes primárias e/ou fontes secundárias, daí como se faz a pesquisa em fontes secundárias, quais são estas fontes e assim por diante.

A formação do pensamento argumentativo se faz a partir de propostas curriculares, tais como a prática de diálogos. A prática contínua de diálogo promove a ampliação do acervo léxico, desenvolve os processos de pensamento e forma redes neuronais que dão suporte à argumentação. Os diálogos no currículo podem incluir interação com artistas, cientistas, organizações sociais, grupos de etnias que compõem a população brasileira, profissionais de funções públicas e privadas, entre outros.

Outra possibilidade curricular é propor fóruns para debates intraescolares, como um período de 60 minutos semanais na própria turma, mensal com as várias turmas da escola e assim por diante.

A socialização de conhecimentos também promove o desenvolvimento do pensamento, fortalece os conceitos e cria situações positivas de interação dentro da escola. A interação entre turmas de um mesmo ano, entre as turmas de um segmento e entre segmentos deve figurar como parte da socialização de conhecimentos e valorização das experiências pedagógicas realizadas na escola.

Estes momentos são definidos no currículo e fazem parte do planejamento pedagógico e do mapa de uso do tempo da escola.

Currículo, tempo e espaço

A antropologia da educação traz contribuições importantes para a reflexão sobre currículo. Hoje confirmados e valorizados pela neurociência, temas importantes da antropologia se colocam como essenciais na formulação do currículo. Destacamos o tempo e o espaço. Não basta estabelecer conteúdos apenas (embora os conteúdos sejam, sim, necessários) ou projetos educativos. Há que se definir em que espaços e com que alocação de tempo serão conduzidas a docência e as propostas para aprendizagem, realizadas as atividades de ensino, de estudo e de pesquisa.

TEMPO

Um dos desafios na organização do currículo é a alocação dos tempos para as aulas, estudos, projetos e avaliação. Em princípio, se o tempo curricular não for adequado aos

tempos de aprendizagem da espécie humana em seus diferentes períodos de desenvolvimento, o aluno não aprenderá.

A antropologia elege o tempo como uma das grandes categorias para orientar a formulação do currículo, portanto ele deve ser integrado à grade curricular, no que é fortemente sustentado pela neurociência. O tempo é categoria determinante para que o aluno aprenda ou não.

Primeiramente há que se considerar que há um tempo biológico: há um processo químico que ocorre no cérebro que aprende e sem o qual não se efetua aprendizagem alguma. Este intervalo de tempo para a realização das sinapses entre neurônios é estabelecido pela genética da espécie e a pedagogia precisa se adequar a ele. Em suma, ninguém aprende nada de uma hora para outra. Há necessidade de estudo, sistematização e evocação para a formação de memórias de longa duração.

ESPAÇO

Os espaços para aprendizagem precisam ser definidos na elaboração do currículo. Como espaços, temos hoje os espaços reais e os espaços virtuais. Entre os espaços reais de ocupação e deslocamentos concretos temos sala de aula, outras dependências da escola, espaços do entorno da escola, espaços públicos abertos (praças, ruas, parques, áreas semirurais e rurais) e espaços públicos fechados (bibliotecas, museus, órgãos públicos, centros comunitários), espaços privados abertos à participação escolar (empresas, organizações civis, centros de cultura de gestão privada).

Os espaços virtuais são aqueles propiciados pela tecnologia, com e sem interatividade, acessados e utilizados através da internet. Por ser recente, o espaço virtual é um grande desafio para as escolas hoje. Incluir no currículo demanda uma compreensão que particulariza o que é tecnologia e o que é participação em espaços virtuais de conhecimento. O trânsito no espaço virtual é algo a ser formado nos alunos. Pesquisar na internet, beneficiar de um acervo considerável de conhecimentos disponível na internet não é algo que se adquira de *per se*. O domínio técnico é uma coisa, a exploração da informação pertinente à formação de conceitos e apropriação de conhecimentos formais é outra bem diferente. Desta forma hoje se coloca, como parte do currículo, aprender a se mover nos acervos de conhecimentos formais da internet, pesquisar e utilizar os inúmeros recursos para a realização de aprendizagens, com novas formações de memórias.

Assim, novos instrumentos culturais levam a novas possibilidades pedagógicas. O computador é um bom exemplo; com a internet, ele modificou as formas de lidar com informações, impactando os processos da memória.

Como o cérebro está em processo de maturação durante todo o período da educação infantil até o final do ensino médio, a vivência na escola faz parte da pessoa não somente com os conhecimentos formais, mas com a formação da pessoa humana e de sua integração

na sociedade. Como consequência, temos que o educar deve incluir também o conhecimento dos espaços públicos e a utilização deles como direito de cidadania (ruas, praças, museus, bibliotecas).

A ocupação do espaço com os conhecimentos aprendidos na escola também é uma aprendizagem importante. Produção de livros feitos pelos alunos disponibilizados na comunidade, apresentações de trabalhos científicos, compartilhamento de fazeres das várias formas de arte, divulgação virtual de produtos dos conhecimentos formais estudados, varais de poesia, leituras para grupos da comunidade são algumas das muitas possibilidades curriculares.

Sempre haverá na escola a formação de valores, intencionalmente ou não. Cada aluno formará comportamentos e assumirá valores a partir das vivências intergeracionais na escola. Temos um cérebro aparelhado para isto com neurônios especializados em espelhar o outro e imitar, estejam os adultos na escola conscientes ou não deste fato. A formação de valores como responsabilidade, esforço, trabalho em equipe, tolerância, respeito mútuo, confiança serão incorporados da mesma forma que violência, intolerância, desrespeito, insensibilidade. Isto acontece na escola muito ligado às questões de disciplina e de avaliação. Porém, a fonte primeira para se cuidar da dimensão humana é incluir componentes curriculares voltados para a formação humana.

Desta forma, o currículo que se ocupa do desenvolvimento humano e do ensino dos conhecimentos formais é o currículo que mais se aproxima da realidade biológica e cultural do desenvolvimento e maturação do cérebro, assim como da formação integral do ser humano.

Recebido em outubro de 2015 e aprovado em dezembro de 2015

Referências bibliográficas

Dehaene, Stanislas. **Les Neurones de La Lecture**. Paris: Ed. Odile Jacob, 2007.

Kandel, Eric R. **The Age of Insight** – the questions to understand the uncounscious in art, mind and brain, from Viena 1990 to the present. NY: The Randon House, 2012.

Lima, Elvira Souza. - **Neurociência e Currículo**. São Paulo: Editora Interalia, 2015.

_____. **Neurociência e Aprendizagem**. São Paulo: Editora Interalia, 2010.

Currículo e Desenvolvimento Humano , in **Indagações do Currículo**, (Org. Jeanette Duchamp, Sandra Pagel, Aricélia R. Nascimento. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2008.

Culture revisited: Vygotsky's ideas in Brasil. **Anthropology & Education Quarterly**. Unites States of America, v.26, n.4, p.443-457, December 1995.

Wolf, Maryanne. **Proust and the Squid** – the Story and Science of the Reading Brain. New York: Harper Collins, 2007.

The contributions of neuroscience *for curriculum design*

ABSTRACT: It is important to consider how the brain learns to assimilate formal knowledge when designing a curriculum. This is a consequence of the cultural evolution of the species. Neuroscience shows that in order to promote learning the curriculum should include the activities that form the basis for the acquisition of school knowledge, as this guides the actions of the teacher and provides a context for the student's relationship with learning.

Keywords: Human development. Neuroscience. Learning. Curriculum.

Contributions des neurosciences *pour l'élaboration du programme scolaire*

RÉSUMÉ: Pour définir le programme scolaire, il est important de prendre en considération la façon dont le cerveau assimile les connaissances formelles, résultat de l'évolution culturelle de l'espèce. Les neurosciences révèlent que, pour stimuler l'apprentissage, le programme scolaire, qui oriente l'action du professeur et détermine la relation de l'élève avec la connaissance, doit comporter les activités qui forment la base indispensable à l'acquisition des connaissances scolaires.

Mots-clés: Développement humain. Neurosciences. Apprentissage. Programme scolaire.

Contribuciones de la neurociencia *para la concepción del currículo*

RESUMEN: Para definir el currículo es importante considerar como el cerebro aprende los conocimientos formales, resultado de la evolución cultural de la especie. La neurociencia revela que para promover el aprendizaje, el currículo, que guía la acción del profesor y la relación del alumno con el conocimiento, debe incluir las actividades que constituyen la base para adquirir los conocimientos escolares.

Palabras clave: Desarrollo humano. Neurociencia. Aprendizaje. Currículo.