

Síntese

Entendendo o Cérebro

Rumo à nova Ciência do Aprendizado

Overview

Understanding the Brain - Towards a New Learning Science

**As Sínteses constituem-se em excertos de publicações da OCDE.
Elas são disponíveis livremente na biblioteca On-line (www.oecd.org).**

Esta Síntese não é uma tradução oficial da OCDE.



ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO

Introdução

Na nossa geração anterior, este livro não valeria a pena ser escrito – e não valerá a pena lembrá-lo na geração posterior. Mas hoje é oportuno e relevante. As pessoas que vivem atualmente têm a sorte de ser testemunhas de um crescente desenvolvimento da ciência do cérebro e do conhecimento do aprendizado humano. Este trabalho é uma espécie de “relatório de progresso” de um assunto de rápido desenvolvimento, ou melhor de vários assuntos. Ao apresentar um relatório colaborativo e trans-disciplinar do “aprendizado e o cérebro”, a iniciativa da OCDE-CERI procura juntar as várias disciplinas para verificar o que elas podem dar e ganhar, umas das outras.

Os objetivos desta publicação são três:

- desenvolver um diálogo criativo entre as várias disciplinas e interesses (neurociência cognitiva, psicologia, educação, saúde e formuladores de políticas);
- descobrir quais conhecimentos que a neurociência cognitiva poderia oferecer à educação e à política educacional e vice-versa; e
- identificar questões e temas no conhecimento do aprendizado humano onde a educação necessita de ajuda de outras disciplinas.

Considere-se o seguinte relato:

‘ “A característica saliente da educação médica hoje é a completeza com a qual são combinados os conhecimentos teóricos e científicos com o que a experiência ensina na responsabilidade prática de cuidar de seres humanos...”. Pode a mesma coisa ser ainda atribuída para o professor-treinador? A experiência da responsabilidade prática de treinar pessoas, jovens ou adultos, revela a importância fundamental da motivação, da autoconfiança e do bom exemplo do sucesso. Com estas, o aprendizado raramente fracassa; sem elas, ele é raramente bem sucedido. Estas observações simples, e outras semelhantes, retiradas da experiência prática do ensino, não foram ainda sustentadas por uma segura base de conhecimentos científicos e teóricos. A ciência do aprendizado, um ramo da psicologia humana, ainda se encontra em seus primórdios. A teoria do aprendizado é pré-científica – no sentido de que a ela falta ou poder preditivo ou explicativo. Nós não entendemos suficientemente bem como as crianças e adultos aprendem a ter coragem de oferecer uma garantia educacional ou de treinamento. A ciência da educação se encontra na sua fase

Lineana, extraindo listas de exemplos de treinamento bem sucedido, esclarecendo e classificando práticas de ensino; mas ela ainda aguarda seu Darwin com uma poderosa teoria explicativa do aprendizado.’¹

A educação hoje é uma disciplina pré-científica, que depende da psicologia (filosofia, sociologia, etc.) para os seus fundamentos teóricos. Este livro explora a possibilidade de que a neurociência cognitiva poderia, no devido tempo, oferecer uma base mais sólida para o conhecimento do aprendizado e a prática do ensino. Alguns pensam que esta pode ser uma ponte muito distante para o presente estágio.² Isso pode ter ocorrido no passado, mas será este o caso do futuro? Nós veremos. Em qualquer caso, é provavelmente melhor ser culpado por antecipar o tiro do que errá-lo completamente.

É um lugar comum se afirmar que o conhecimento do cérebro humano seja a última fronteira da ciência. Sem dúvida, sempre haverá um novo horizonte para ser explorado pela ciência, na medida em que houver progresso intelectual. Não obstante, o descobrimento da complexidade do cérebro será um grande passo nesta jornada. Aparentemente, a ciência encontra-se no limiar de avanços substanciais no entendimento do cérebro. O presente livro tem como objetivo fornecer umas introduções resumidas, daquilo que é agora conhecido, daquilo que será provavelmente divulgado em breve, e daquilo que será, em última instância, compreensível. Mas o melhor que pode ser feito é o fornecimento de não mais que uma única tomada fotográfica de um filme veloz.

A ciência do ensino e aprendizado pode ainda estar na sua infância, mas ela também está se desenvolvendo rapidamente. Certos fatores sugerem que o *status quo* pode ser insustentável: estes fatores incluem o fracasso relativo de um grande projeto educacional dos séculos dezenove e vinte, o iminente impacto das novas tecnologias do aprendizado e (naturalmente) o avanço da neurociência cognitiva. Por mais de um século, um em cada seis jovens³ (e adultos refletindo sobre sua infância) relatou que ele “odiava a escola”; uma proporção similar fracassou suficientemente em dominar os elementos de alfabetização e numeração para poder manter um emprego estável; uma proporção semelhante gazeteava as aulas, interrompia as lições ou discretamente fugia da concentração daquilo que estava sendo ensinado. Governos sucessivos em muitos países fizeram várias tentativas para melhorar a situação. Mas talvez este seja um problema que não pode ser resolvido? Talvez a educação tradicional, como é conhecida, ofende inevitavelmente um em cada seis alunos? Possivelmente o modelo de sala de aula de aprendizado seja “não amigável ao cérebro”?

¹ Ball, C. (1991), "Learning Pays" 4.19, *RSA*

² Como o Dr. John Bruer argumentou persuasivamente. Veja o capítulo 4

³ Estes números vem do Reino Unido; contudo, de acordo com os primeiros resultados do estudo PISA conduzido pela OCDE, a situação poderia ser até pior em todos os países desenvolvidos (veja-se: www.pisa.oecd.org e *Knowledge and Skills for Life - First results from PISA 2000* (OECD, 2001), Tabelas 4.1 e 4.2, p. 265-266).

Temas como este, juntamente com o evento do computador, as crescentes dúvidas sobre a eficiência e efetividade da provisão de serviços controlados pelo estado e a emergência das descobertas da neurociência cognitiva questionam alguns dos pilares fundamentais da educação tradicional – escolas, salas de aula, professores (como são conhecidos hoje), ou mesmo o currículo e até conceitos como inteligência ou habilidade.

Enquanto hoje a maioria das pessoas está mais insegura acerca destes assuntos do que era há vinte anos atrás, não há dúvida nenhuma que aqueles que praticam a arte da educação deveriam ter a chance de obter informações sobre o aprendizado humano, e de fornecer hipóteses testáveis para os cientistas. O tráfego entre as neurociências cognitivas (incluindo a psicologia) de um lado e a educação do outro não flui – e não deveria fluir - em sentido único. As percepções e a experiência de educadores muitas vezes identificam temas que demandam investigação e explicação científica. Exemplos óbvios poderiam ser a importância da aprendizagem infantil, a auto-estima, e a motivação.

O texto seguinte foi desenhado para um público geral bem informado. Ele pretende ser acessível à não-especialistas. Ele procura evitar linguagem exclusiva, disputas profissionais ou defesas de territórios. Mas os leitores devem ser alertados contra a hipótese de que todos nós especialistas, dividimos uma linguagem comum e um marco conceitual comum. Termos como *plasticidade* – centrais à ciência do cérebro, até agora não ouvidos na educação – ou *inteligência* – onde o contrário quase sempre parece ser o caso! – demonstram que abordagens diferentes conduzem a diferentes pontos de vista. Nenhum problema. Aqueles que mapeiam novas terras sempre usam o método de triangulação a partir de vários pontos de vista. Mais perigosos são os termos como *estimulação*, comum a ambas as disciplinas, mas não necessariamente usados para significar a mesma coisa. É necessário caminhar com cuidado, refletir cuidadosamente e verificar até que ponto pode alcançar, no presente, um relatório colaborativo sobre o aprendizado e o cérebro.

São listadas abaixo umas dez questões sobre o aprendizado humano, que parecem ser de importância fundamental, e, sobre as quais, um relatório como este poderia esclarecer. Cada uma enfoca temas ligados à promoção do aprendizado bem sucedido - tanto medido pelo grau de realização acadêmica ou vocacional - como pela satisfação pessoal.

1. Qual é o equilíbrio entre natureza e criação na promoção de um aprendizado bem sucedido?

Os nossos genes nos dão uma sentença de vida? Ou nós podemos, por exemplo, aprender a aprender mais depressa? Onde deveríamos estabelecer o equilíbrio entre os extremos do determinismo genético e a ficção de que “tudo é possível desde que a criança tenha uma boa casa e uma boa escola”?

2. Qual a importância dos primeiros anos para um aprendizado bem sucedido para o resto da vida?

Aqueles que acreditam que a experiência dos nossos primeiros anos é fundamental para estimular atitudes positivas, habilidades essenciais e uma sólida fundamentação para a educação primária, secundária e adulta, são algumas vezes acusados de subscreverem ao “mito da aprendizagem infantil”. Quais são os estágios de desenvolvimento do cérebro infantil? Como melhor poderíamos encorajar um crescimento saudável?

3. Quão significativa é a distinção entre “desenvolvimento natural” e “educação cultural”?

As crianças aprendem a andar e falar naturalmente. A não ser que sejam deficientes ou brutalmente maltratados, elas todas fazem isto, e sempre em quase a mesma idade. O aprendizado de trigonometria ou tango é diferente: ele não acontece naturalmente. Não existe “idade normal” para o domínio de tais habilidades – e, de forma alguma, todos fazem isto. Embora a imitação seja uma estratégia chave em alcançar tanto a o desenvolvimento natural como a educação cultural, eles parecem ser processos diferentes. Serão mesmo diferentes? Está o cérebro programado para o desenvolvimento natural em algumas maneiras específicas – ou ao contrário, são geralmente receptivas (ou não) às experiências do aprendizado na categoria “educações culturais”?

4. Se a distinção é significativa, como melhor podemos promover os dois tipos de aprendizado “desenvolvimento natural” e “educação cultural”?

Se existir o “mito dos primeiros anos”⁴, ele se origina de uma falha em pensar por dentro das implicações desta distinção. “Desenvolvimento natural” aparenta requerer não mais que condições comumente decentes – “pais suficientemente bons”, uma casa satisfatória, o suficiente para comer e beber. Amor, estímulos, nutrição, exercícios, conversação e um bom ambiente provavelmente fornecerão tudo aquilo que uma criança necessita para um saudável “desenvolvimento natural”. A “educação cultural” é uma outra questão: para começar, você certamente necessitará de um professor se você quiser aprender a ler, ou dirigir um carro. Em que medida a “educação cultural” é apropriada nos primeiros anos, e como nós poderíamos melhor propiciá-la?

⁴ Bruer, J.T. (1999c), *The Myth of the First Three Years: A New Understanding of Early Brain Development and Lifelong Learning*. New York: Free Press

5. Até que ponto, um aprendizado bem sucedido de atitudes específicas, habilidades e conhecimento, é relacionado com a idade?

O desenvolvimento do aprendizado (“maturação”) é obviamente relacionado com a idade. Por exemplo, a puberdade traz com ela um aumento da consciência, interesse no, e competência com o sexo oposto. O que dizer sobre as atitudes, habilidades e conhecimento que formam um currículo normal da “educação cultural”? A determinação, trabalho de equipe e cores, por exemplo, são aprendidas no jardim de infância. O que dizer sobre leitura, uma segunda (ou terceira) língua, paternidade, comando, tolerância, surfe à vela, piano, xadrez, cálculo, primeiros socorros, cozinha, solução de problemas, autoconfiança, dança... e assim por diante? É o cérebro humano especialmente receptivo para algumas destas habilidades em determinadas idades? Se for o caso, porque e como?

6. Porque a educação corretiva é tão difícil?

Talvez esta seja o reverso da questão anterior. As crianças que perdem os estágios de desenvolvimento – talvez em virtude de traumatismos ou maus tratos – encontram-se em dificuldades para a recuperação mais adiante. Se você não puder andar ou falar até a idade de dez anos, será sempre uma luta a ser travada. Será que o cérebro se torna também gradualmente menos receptivo a outras formas de aprendizado, particularmente do currículo da “educação cultural”?

7. O quê pode ser dito acerca dos diferentes “estilos de aprendizado”?

A questão chave pode ser: se pessoas têm diferentes estilos de aprendizado, somos nós nascidos com eles ou nós os desenvolvemos e aprendemos à medida que crescemos? Frequentemente é dito que algumas pessoas preferem aprender através dos olhos, outras através de seus ouvidos e um outro grupo através de toque e tato. A verdade é que seja mais provável que gostemos de uma mistura diferente destes modos de aprendizado⁵. Outras abordagens sobre a idéia de “estilos de aprendizagem” falam de aprendizes incrementais, aprendizes “final-início”, aprendizes refletivos ou experimentais, aprendizes que preferem uma ou mais faculdades (como linguagem, números, música, por exemplo), aprendizes sociais ou solitários, e assim por diante. Até agora, não existe uma teoria coerente dos estilos de aprendizado⁶. O quê pode a ciência do cérebro nos ensinar acerca desta questão?

⁵ Além do mais o bom senso sugere que o estilo de aprendizado provavelmente dependa não apenas do indivíduo (o aprendiz), mas também do objeto (o conteúdo), e em como o indivíduo lida com o objeto.

⁶ O Secretariado da OCDE deseja se inequivocamente se dissociar de qualquer interpretação nesta publicação que, baseada em idéias de diferenças individuais no cérebro e de diferentes estilos de aprendizado, tentaria relacionar certos genes ao QI e assim, poderia ter uma conotação racial na direção de qualquer grupo ou grupos de pessoas dentro de uma comunidade humana. Tais interpretações devem ser condenadas, e os autores não desejam de modo algum explorar tais crenças, nem neste trabalho, tampouco nos estudos a serem conduzidos na área da pesquisa cerebral e ciências do aprendizado.

8. O que é inteligência?

A teoria do QI dominou a educação por um século ou mais. Na sua forma extrema, simplista e popular, ela parece afirmar que nossa inteligência seja uma entidade única, estabelecida no nascimento, que fornece uma espécie de teto de vidro limitando nosso potencial para aprendizado bem sucedido. Este é claramente um conceito inadequado e errôneo da inteligência humana. Ainda assim, algumas pessoas parecem ser capazes de aprender mais rapidamente que outras – ou talvez elas podem aprender *algumas coisas* mais rapidamente que outras? Qual é a diferença entre cérebros de crianças chamados, de maneira apressada, de “fracos” e “brilhantes”? Temos nós “múltiplas inteligências” ou somente uma?

9. O que é inteligência emocional?

Se o sistema límbico do cérebro fosse a sede de uma emoção (entre outras coisas) e o sistema cortical fosse a capacidade de discernimento, o que significa falarmos acerca da “inteligência emocional”? Isto se refere à maturação natural de nossas emoções ou é uma questão de sua educação ou treinamento? De que maneira nós estabelecemos o paradoxo que, embora a teoria do QI seja implausível, ela é aparentemente mensurável – enquanto que a “inteligência emocional” embora não seja mensurável, ela aparenta ser uma idéia satisfatória e bem-vinda?

10. Como funciona a motivação?

O que tem a ciência a dizer acerca de nossos gostos e desgostos? Por que as pessoas são diferentes, em quais interesses, o que as excita, as aborrece ou as repele? O que faz a diferença no cérebro entre “apenas desejar” e “realmente ambicionar” alguma coisa? O que acontece quando nossas motivações mudam – ou quando outra pessoa nos inspira para desejarmos um novo objetivo?

Por mais importantes que sejam, estas questões podem ser muitos gerais. Relatórios como este podem muito bem revelar informações valiosas, mas dificilmente podem oferecer um “novo mapa” plenamente articulado do aprendizado. De qualquer forma, estas informações podem ser subversivas ao *status quo*. Quanto mais aprendermos sobre o cérebro humano, especialmente nos primeiros anos, implica em sermos cada vez menos confortáveis com o modelo tradicional de sala de aula e o currículo imposto para a educação formal. Esta preocupação é particularmente importante, por exemplo, quando procuramos avaliar os méritos relativos de uma mãe que cria uma criança e de uma clínica institucional para cuidar de bebês, da educação familiar e da educação formal das crianças, dos interesses naturais dos adolescentes e do rigor de um currículo nacional. Parece duvidoso que os arranjos existentes

para a educação dos jovens sejam os melhores para estimular a imaginação, a criatividade⁷, a autoconfiança e a auto-estima. Para todas as idades, mas especialmente para com os mais jovens, existe a necessidade de reconsiderar a importância dos jogos, o papel do stress (tanto um desafio como uma ameaça) e as implicações da variedade humana. Esta lista poderia facilmente ser estendida.

⁷ Durante o fórum de Tóquio, Dr. Akito Arima [revisando os dados do *Third International Mathematics and Science Study* (TIMSS)] notou a necessidade de inculcar um estado de mente criativa entre os estudantes desde os primeiros anos (veja o relatório de Tóquio no *site* da OCDE : [http :www.oecd.org/pdf/M00022000/M00022657.pdf](http://www.oecd.org/pdf/M00022000/M00022657.pdf)).

PARTE I: Premissas

Capítulo 1: O Contexto Educacional

Eu mantenho seis honestos homens servidores
(Eles me ensinaram tudo o que sei);
Seus nomes são *O QUE, POR QUE e QUANDO*
E COMO e ONDE e QUEM.

(Rudyard Kipling)

“A educação é um naufrágio: mas você pode encontrar tesouros nos naufrágios.” Esse comentário, feito por um aluno de escola primária uns dez anos atrás, consegue capturar bem o paradoxo da educação moderna: de um lado preciosa e, ao mesmo tempo, desalentadora. As elevadas esperanças das sociedades avançadas que estabeleceram, no século 19, a educação elementar universal, compulsória e livre para todos os seus cidadãos, ainda não foram plenamente materializadas. Ao invés disto, na medida em que muitos jovens nos dizem que eles odeiam a escola⁸, eles não conseguem aprender o básico da alfabetização e numeração que permita torná-los empregáveis.; e eles atrapalham suas aulas, ou faltam à escola, ou praticam um “gazeteio intelectual”.

Apesar disto, ninguém que tenha experimentado os benefícios de uma boa educação, duvida de seu valor. O aprendizado é uma fonte de saúde, riqueza e felicidade. A educação é a rota para uma boa vida. O aprendizado compensa – e o aprendizado traz poder. Um aprendizado efetivo, iniciando no nascimento e continuando até a idade madura, fornece a cada indivíduo a melhor esperança de uma vida bem sucedida. A primeira prioridade da nova agenda do aprendizado é resumida na frase “aprendizado por toda uma vida para todos”. Esta frase demonstra o quão longe as idéias acerca do aprendizado e atitudes para a educação mudaram nos anos recentes. E elas ainda estão mudando – não menos na importância que a sociedade

⁸ Veja-se: www.pisa.oecd.org e *Knowledge and Skills for Life - First results from PISA 2000* (OECD, 2001), Tabelas 4.1 e 4.2, p. 265-266

atribui a elas. Durante a última metade do vigésimo século, o aprendizado humano foi elevado da categoria de uma preocupação relativamente menor para os governos e seus eleitorados para tornar-se um importante tema mundialmente – e agora se tornou a primeira prioridade para muitas nações.

Aonde você olhar, você achará evidências desta mudança. Os meios de comunicação têm um apetite insaciável para o assunto do aprendizado. O mercado em serviços do aprendizado está ganhando espaço. Os governos lutam com os desafios da introdução da educação em escolas maternas, melhoria das escolas e aumento do acesso à educação superior. As organizações e negócios de todos os tipos estão procurando se transformar em “organizações do aprendizado”. Os indivíduos criam seus próprios planos pessoais de aprendizagem, e tornam realidade o retórico “aprendizado por toda uma vida”. Poucos criticariam hoje o que Disraeli disse em 1874: “Sobre a educação do povo deste país, depende o destino desta nação”. Mas ainda assim o paradoxo permanece sem solução. Quais reformas adicionais poderiam nos ajudar a fazer melhor que somente oferecer “tesouros no naufrágio”? Ou deveríamos estar contemplando mudanças revolucionárias na provisão educacional?

1.1. Por que e quem.

A inteligência é – ou deveria ser – um termo constrangedor para os educadores. Mesmo se, naturalmente, nem todo mundo considera “inteligência” e “QI” como equivalentes, nós falamos como se entendêssemos deles, nós agimos como se o QI fosse mensurável, classificamos nossos estudantes com tranquilidade – e ainda assim - a verdade é que não conhecemos claramente muita coisa acerca da inteligência humana. Versões populares e simplistas da teoria do QI nos ensinam que a nossa inteligência é uma entidade única, fixa pela vida inteira, fornecendo para a maioria das pessoas, uma espécie de teto de vidro que impede as pessoas de fazerem progresso em aprendizado avançado. Todas estas três idéias são provavelmente falsas. O trabalho de Howard Gardner⁹ persuadiu a muitos sobre a idéia de que a inteligência é múltipla. Daniel Goleman¹⁰ introduziu o novo conceito de inteligência emocional (IE), o que complica ainda mais o quadro. Qualquer coisa que seja, a inteligência é indubitavelmente complexa.

Um número qualquer de indivíduos demonstrou em suas próprias vidas e aprendizados, que é questionável, ou até mesmo inteiramente tola, a idéia de um nível de inteligência fixo e imutável, por toda uma vida. Muitas pessoas, tendo aparentado serem medíocres na escola, mais tarde ganharam diplomas de instituições de aprendizado à distância e / ou brilharam no ambiente de trabalho. Algumas se saíram bem na escola, apenas para lutar com as maiores dificuldades na vida adulta. Enquanto resta obviamente a verdade que no atacado algumas pessoas aprendem mais rapidamente que outras, a nossa velocidade do aprendizado (a qual é

⁹ Gardner, H. (1983), *Frames of Mind*, London

¹⁰ Goleman, D. (1995), *Emotional Intelligence*, New York

provavelmente o elemento chave da idéia de inteligência) é fortemente influenciada por outros fatores como confiança, motivação e ambiente do aprendiz.

A idéia que a inteligência humana é estritamente limitada ou, resumidamente, em oferta limitada, parece estranha atualmente. Quarenta anos atrás, poucas pessoas freqüentavam a educação superior nos países da OCDE. Hoje, mais de 30% ganham acesso a universidades e faculdades. O “Relatório Robbins”, publicado em 1963 no Reino Unido, provou ser correto: “Se existe o caso de um pool de habilidades, este deve ser um pool que ultrapasse o jarro da viúva no Velho Testamento¹¹, no sentido que, quanto mais é utilizado para educação superior em uma geração, mais tenderá a ser disponível para a próxima”. Na medida em que mais e mais pessoas embarcarem, e forem bem sucedidas em, cursos de conhecimento avançado, a única coisa que se pode dizer com certeza sobre os limites da inteligência humana (medida pelo desempenho educacional) é que eles são desconhecidos e continuam a exceder as nossas expectativas.

Tal visão não nega a probabilidade de que nossa herança genética, até um certo ponto, condiciona nosso potencial de aprendizagem, ou que a formação dos primeiros anos da formação cerebral na infância, exerce um grande papel em influenciar o aprendizado posterior, ou que o sucesso tende a conduzir ao sucesso (e fracasso a mais fracassos). O que esta visão afirma é que literalmente ninguém é incapaz de ampliar o aprendizado útil.

Alguns afirmam que pessoas que alcançam coisas excepcionais tendem a experimentar, no início da infância, três fatores condicionantes críticos: abundante interação com “adultos afetuosa e exigentes”¹², um currículo exploratório de aprendizado que deixa ao aprendiz bastante espaço para experimentar e iniciativa, e somente acesso limitado a grupos de pares que poderiam trazer um impacto negativo em termos do aprendizado. Naturalmente, é verdade que grupos de pares podem ser encorajadores e fornecer desafio positivo ao aprendiz. Mas a possibilidade de um efeito negativo é pelo menos tão forte (ou até mais forte) que de um efeito benéfico.

1.2. O que e quando

O que nós deveríamos aprender e quando, tornam-se questões relacionadas entre si, da mesma forma que *por que aprender?* e *quem deveria aprender?* provaram ser nos parágrafos precedentes. Se o modelo do aprendizado ainda não foi observado no primado da “educação inicial” (com talvez um papel limitado na “educação contínua”), o currículo tenderá a ser conduzido na escola e na universidade com o máximo possível de material valioso, pelo medo que os aprendizes poderiam desperdiçar as melhores oportunidades em seu benefício. Mas se nós realmente levarmos a sério quando falamos sobre uma educação por toda uma vida, torna-

¹¹ Veja-se 1 Reis 17, 10-16.

¹² Veja-se *Knowledge and Skills for Life - First results from PISA 2000* (OECD, 2001), Tabelas 6.5 e 6.6, p. 289-290

se possível aliviar o currículo dos jovens e espalhar o currículo desejável pelo resto da vida¹³. A trigonometria, por exemplo, ou Japonês, ou história ou geografia da América Latina, são todos assuntos interessantes – mas nenhum deles é realmente essencial ao currículo inicial de pessoas vivendo na Europa. Quais seriam eles?

Em contraste ao modelo existente do Currículo Nacional, que aparentemente tenta enfiar todo o aprendizado desejável, nós poderíamos considerar um “currículo global mínimo essencial”. Qual seria a sua consistência? Alfabetização (leitura, escrita, fala, e escuta) na língua mãe e em pelo menos uma outra¹⁴; numeração, alfabetização cultural (incluindo o básico de história, geografia, ciência e tecnologia, juntamente com as oportunidades de desenvolver habilidades em música, arte, teatro ou esporte), habilidades pessoais e sociais, valores e ética, aprendendo a aprender (incluindo, naturalmente, elementos de neurociência cognitiva: a natureza do cérebro, como o cérebro aprende, etc.), ... e o que mais? Tal “currículo de essenciais” deixaria bastante espaço e tempo para os aprendizes mais rápidos explorar outros assuntos e amplo alcance, enquanto os aprendizes lentos teriam ao menos a chance de aprender aquilo que todos nós *devemos* saber, compreender ou sermos capazes, para funcionarmos efetivamente na vida e no trabalho.

Tradicionalmente, um currículo consiste de três elementos: Conhecimento, Habilidades e Atitudes - CHA. E os currículos educacionais tradicionais tendem a valorizar o conhecimento acima das habilidades, e habilidades acima das atitudes. A experiência da vida e trabalho sugere uma prioridade diferente: AHC. Atitudes positivas (tais como responsabilidade, esperança, segurança e confiança) são a chave para uma vida prazerosa ou um trabalho recompensador. Habilidades (como comunicação, trabalho de equipe, organização e solução de problemas) são também essenciais. Quando tamanha quantidade do estoque mundial de conhecimentos está facilmente acessível em livros ou na Internet, torna-se menos importante sermos capazes de recuperá-los de nosso próprio cérebro¹⁵. O desafio é criar uma sociedade do

¹³ “Períodos sensíveis” para adquirir funções cognitivas poderiam ser uma ferramenta muito útil para desenhar este “currículo desejável” no futuro. Vejam-se os comentários do Dr. Hideaki Koizumi sobre a “reorganização dos sistemas educacionais baseados na plasticidade neuronal” (e periodicidade), em 4.5.3 abaixo.

¹⁴ Duas questões necessitam ser levantadas aqui. Primeiramente: uma pessoa aprendendo somente uma língua estrangeira (o que, por sinal, poderia não ser o suficiente) deveria provavelmente aprender Inglês, na medida em que ela é considerada a “língua mundial” hoje (a moderna “língua franca”); contudo, e especialmente se alguém considera que o domínio de pelo menos uma segunda língua estrangeira torna-se mais e mais necessária em termos da competitividade individual, deveria o Inglês ser compulsoriamente privilegiado por este “currículo de essenciais” como a (cronologicamente) primeira língua estrangeira aprendida por um falador de Inglês não-nativo? Em segundo lugar: deveriam os que falam Inglês como língua nativa serem isentos de aprender uma língua estrangeira, pelo fato da sua língua mãe ser a “língua mundial”? Há uma tentação de se responder positivamente, pelo menos espontaneamente. Mas não há certeza que a não inclusão de qualquer língua estrangeira no currículo não traria efeitos negativos, no indivíduo bem como em nível coletivo. Esta é uma outra história, entretanto. Mas o tema deverá ser abordado em algum ponto, especialmente em virtude do fato de que é provável que a aquisição de uma língua estrangeira (e especialmente uma aquisição precoce deste tipo) tem um impacto positivo no mapeamento cerebral (para não dizer nada da tolerância cultural), que propiciaria ao indivíduo uma vantagem comparativa (não somente de natureza técnica); neste caso, não havendo aprendido uma língua estrangeira poderia possivelmente resultar em uma desvantagem comparativa.

¹⁵ Isto levanta outra questão, desta vez sobre o conteúdo e a estrutura do conhecimento a ser adquirido: esta é a distinção essencial entre “saber-o que” (informação, ou “conhecimento sobre os fatos”) e “saber-por que” (“conhecimento sobre princípios e leis de movimento na natureza, na mente humana e na sociedade”). É um debate muito complexo, pois “aprendendo a aprender” e adquirindo qualquer “conhecer-porque” não podem ser alcançados sem um mínimo de “conhecer - o que”. Caso “torna-se menos importante sermos capazes de recuperar (informação) de seu próprio cérebro”, a questão sobre qual informação básica deveria ser integrada em um “currículo

aprendizado (não uma “sociedade do conhecimento”¹⁶) para o século 21; uma sociedade do aprendizado requer um currículo AHC.

Em muitos assuntos, o jovem cérebro aprende mais rapidamente que o velho, mas os adultos são muitas vezes melhor motivados para aprender que as crianças. No geral, a motivação é mais importante que a idade para um aprendizado bem sucedido – embora sua combinação seja, naturalmente, imbatível. Talvez nós deveríamos considerar uma imposição de “currículo de essenciais” como descrito acima, juntamente com um ousado princípio *confiem na demanda do aprendiz informado* (TILD), uma vez que o currículo essencial esteja dominado. Uma nação que siga este preceito deveria, naturalmente, debater exaustivamente o que exatamente constitui um “currículo essencial” e investir cuidadosamente na orientação educacional.

O que é claro é que “o melhor do passado” não é necessariamente “o melhor para o futuro”. Em uma sociedade de pequenas ou de nenhuma mudança, a sabedoria dos mais velhos e a experiência do passado fornecem boas diretrizes para os jovens. Mas em uma época de mudança rápida e acelerada isto não é mais necessariamente verdade. Os jovens podem ser bem melhor colocados relativamente ao que seriam pelo julgamento dos velhos, e aquilo que seria desejável para eles aprenderem. Para alcançar-se um lugar entre estas duas visões extremas, seria altamente desejável um diálogo entre gerações.

Na vida adulta, o princípio da TILD deveria ser o nosso guia. Onde estivermos em controle de nosso próprio aprendizado – na casa, em nossas atividades de lazer, no emprego autônomo, ou na aposentadoria – este princípio prevalece. Nós aprendemos o que escolhemos aprender. O mundo do emprego oferece um quadro diferente. Alguns empregadores de visão curta ainda não reconhecem o valor do aprendizado para o trabalho. Outros podem ver o valor do treinamento vocacional e habilidades relevantes, mas duvidam se exista até o momento um caso de negócio bem estabelecido para investir livremente no aprendizado de toda a força de trabalho. Uns poucos reconheceram a verdade da afirmação que “o aprendizado compensa” e tencionam mobilizar-se na direção do desenvolvimento de organizações de aprendizado de verdade. Na parceria com os seus empregados, eles promovem e encorajam uma abordagem liberal para o aprendizado e observam o princípio TILD. O tempo irá dizer qual é a melhor abordagem, mas a terceira parece ser a mais promissora.

1.3 Como e onde

Como as pessoas aprendem melhor? E onde elas gostam mais de aprender? Algumas pessoas gostam de aprender em casa, outras no trabalho, outras na faculdade. As façanhas memoráveis dos “estudantes caseiros” poderiam ter implicações revolucionárias. Aparentemente existe

global mínimo essencial”, permanece em aberto. (Para definições mais precisas de “saber-o que” e “saber - por que”, e para aprofundar neste debate, veja-se *Knowledge Management in the Learning Society* (OECD, 2000), especialmente pp. 14ff.).

¹⁶ Foi dito que cada sociedade humana é uma sociedade do conhecimento, o que parece fazer bastante sentido. Mas nem toda sociedade humana é uma sociedade do aprendizado.

uma multiplicidade de estilos de aprendizado, por exemplo, definidos pelo meio (olho, ouvido ou mão), ou do tipo favorecido pela inteligência, ou pelo sexo, ou pela preferência da teoria ou prática, ou aprendizado incremental ou “final primeiro” e assim por diante. Nós não estamos ainda nem perto de uma teoria adequada ou análise prática dos estilos de aprendizado. O que nós sabemos é que o aprendizado bem sucedido é provável de ocorrer se o aprendiz (a) tem muita autoconfiança e uma boa auto-estima, (b) é fortemente motivado a aprender e (c) é capaz de aprender em um ambiente caracterizado por “elevado desafio” juntamente com “baixa ameaça”.

Os fracassos no aprendizado ocorrem quando uma (ou mais) dos apenas quatro impedimentos obstaculizam o atingimento do sucesso. Estes impedimentos ao aprendizado são: (i) falta de confiança e de auto-estima (o fator de sentir-se bem); (ii) motivação fraca (sem vontade de aprender); (iii) potencial inadequado, real ou percebido (“é muito difícil” ou “eu não posso fazer isto”); (iv) ausência de oportunidades do aprendizado. A maior parte do debate educacional aborda estes dois últimos, preocupando-se com questões como “intervalo de habilidades”, QI, aptidão – ou acesso, igualdade de oportunidades, crescimento da provisão. Embora tais temas sejam importantes, eles não são necessariamente os maiores impedimentos ao aprendizado no mundo desenvolvido de hoje. Concentrando-se neles quase com a exclusão dos primeiros dois fatores, foi uma espécie de heresia do século 20. Os problemas primários para aprendizes são confiança e motivação: esta idéia, amplamente dividida entre educadores, poderia se tornar em um campo fértil para pesquisa científica.

A confiança e auto-estima são condições necessárias – mas não suficientes – para a motivação (desejo *real* de aprender). Qualquer criança feliz, ou adulto cheio de confiança demonstram esta verdade. Desta forma, o desafio para a agenda do aprendizado futuro é enganosamente simples: estimular (ou restaurar) a confiança e auto-estima com as quais os bebês nasceram. Um ambiente caracterizado por uma combinação de “alto desafio” e “baixa ameaça” resolve o problema. Ameaças induzem o medo do fracasso; o desafio encoraja aspirações para o sucesso.

Se “alto desafio” juntamente com “baixa ameaça” é o ideal, e o reverso é certamente pernicioso, a seguinte matriz mostra cada uma das combinações possíveis e o provável efeito no aprendiz humano (criança ou adulto):

	alto desafio	baixo desafio
alta ameaça	'ansioso'	'apagado'
baixa ameaça	'proficiência'	'mimado' ou 'indiferente'

Uma boa educação, treinamento efetivo e aprendizado bem sucedido, acontecem no canto inferior esquerdo da figura. Crianças ou adultos desenvolvem e estimulam a proficiência (alertas, confiantes, seguros, bem motivados e felizes), sendo considerados os *aprendizes proficientes*. Aqueles cujas vidas são vividas, e cujo aprendizado é experimentado, nas outras três caixas tornam-se *aprendizes dependentes*, sempre dependendo de outros para os seus padrões, a sua motivação e auto-respeito¹⁷.

Hoje estamos no limiar de um entendimento muito mais profundo de como as pessoas aprendem melhor – e como melhor ajudá-las. A autoconfiança e a auto-estima (como o leite e suco de laranja) são essenciais à nutrição do aprendiz bem sucedido. Estas qualidades são essenciais para uma motivação efetiva, mas, por si próprias, elas não são suficientes. Aprendizes bem motivados desenvolvem uma ardente paixão para o sucesso: elas sabem dos benefícios do aprendizado, elas descartaram qualquer sinal de inadequação pessoal ou inabilidade, elas descobriram por si próprias as boas oportunidades para aprender, a sua maior prioridade e o sucesso do aprendizado. Sem dúvida alguma, a motivação humana deve ser alta na nossa agenda do aprendizado para o século 21. Os “seis honestos homens servidores” de Kipling fornecem uma ferramenta conveniente para revelar o desenho da agenda do aprendizado para o futuro. A questão central é se nós podemos criar uma sociedade da aprendizagem verdadeira por meio de processos normais de reforma gradual, de modo a adaptar os nossos modelos existentes e padrões de provisão para fazer face às necessidades do novo século, ou se nós precisamos em termos de substituí-los com alguma coisa bastante diferente. A mudança descontínua é difícil de se pensar – até que ela aconteça. A dissolução de mosteiros, o desenvolvimento da viagem aérea e a pílula contraceptiva, podem, cada uma, serem vistas, em retrospecto, como exemplos de mudança descontínua, com implicações revolucionárias. Talvez alguma coisa semelhante esteja acontecendo na educação hoje.

Existem várias razões para isto – e algumas já foram mencionadas acima. Três delas parecem ser particularmente importantes: o iminente impacto das novas “ciências do cérebro” no nosso entendimento do aprendizado humano, o computador – e o potencial para a Tecnologia da Informação e Comunicação (ICT)¹⁸, e a idéia de “financiar o aprendiz” (ao invés do ensino) para promover o efeito das forças de mercado na nossa provisão social para o aprendizado, de modo a elevar a qualidade, melhorar a relevância e conveniência e baixar os custos. Merece atenção especial a idéia de financiar educação, por meio de “tíquetes de aprendizado” para aqueles que são os seus beneficiários, ao invés de bolsas para os fornecedores de educação.

A revolução do aprendizado já está a caminho e é irreversível, com os governos adotando ou não a idéia de “financiar o aprendiz”. A ICT já demonstrou o seu poder ao criar uma revolução

¹⁷ Mas é provável que os aprendizes proficientes também dependam de outros para encontrar as mesmas coisas (principalmente motivação); contudo, esta dependência relativa é provavelmente mais positiva: “recompensa” ou “reconhecimento” são provavelmente procurados aqui. Pode ser útil, ao longo do tempo, a integração deste tema da “recompensa” como um terceiro elemento na matriz acima, além de “desafio” e “ameaça”.

¹⁸ Veja-se: *Learning to Bridge the Digital Divide* (OECD, 2000); *Learning to Change: ICT in Schools* (OECD, 2001); *E-Learning - The Partnership Challenge* (OECD, 2001)

do aprendizado por conta própria. O mercado do aprendizado já foi deflagrado¹⁹. Nas décadas vindouras podemos esperar o início do descobrimento de complexidades do cérebro e entender pelo menos a natureza da memória e a inteligência (por exemplo) e o que exatamente acontece quando o aprendizado ocorre. Quando fizermos isto, seremos capazes de reconstruir nossa prática de educação em cima de uma sólida teoria do aprendizado. O resultado provavelmente será um exemplo de mudança descontínua, mais que uma adaptação gradual dos arranjos educacionais de hoje. Revolução, não reforma.

Capítulo 2: Como a neurociência cognitiva pode informar as políticas e práticas educacionais.

“Meu cérebro? É o meu segundo órgão favorito”

(Woody Allen)

Como as pessoas aprendem? O que acontece ao cérebro quando nós adquirimos conhecimento (nomes, datas, fórmulas), habilidades (leitura, dança, desenho) ou atitudes (autoconfiança, responsabilidade, otimismo)? Questões como esta têm interessado os homens por séculos. Hoje, os cientistas estão começando a compreender como se desenvolve o cérebro jovem e como o cérebro maduro aprende. Várias disciplinas contribuem para o avanço do conhecimento. A neurociência cognitiva é a mais recentemente estabelecida, e provavelmente a mais importante.

Como com a maioria dos avanços da ciência, a chave é o desenvolvimento da nova tecnologia. Técnicas²⁰ tais como neuro-imagem, incluindo tanto a Ressonância Magnética da Imagem funcional (fMRI) e Tomografia de Emissão Positron (PET), juntamente com a Simulação Magnética Transcraniana (TMS) e a Estretoscopia Infravermelha Próxima (NIRS), estão permitindo os cientistas a compreender mais claramente os trabalhos do cérebro e a natureza da mente. Em particular, tais técnicas podem começar a iluminar velhas questões sobre o aprendizado humano e sugerir caminhos pelos quais a provisão educacional e a prática do ensino podem melhor ajudar os aprendizes jovens e adultos.

Seria um erro prometer ou esperar muito demasiado cedo. Enquanto alguns conhecimentos valiosos e resultados já estão disponíveis, pode levar anos antes que as descobertas desta nova ciência possam ser pronta e seguramente aplicadas na educação. Mas o assunto avançará com

¹⁹ OECD-CERI apresenta o tópico "Comércio nos Serviços Educacionais" no seu programa de trabalho 2002-2004.

²⁰ Veja-se 4.2. abaixo e o glossário para definições mais precisas das diferentes tecnologias mencionadas aqui.

maior sucesso se as várias disciplinas que compreendem as “ciências do aprendizado” se comunicarem e cooperarem entre si. Enquanto já está claro que é benéfica a interação entre os neurocientistas e os educadores, a procura do estabelecimento de uma linguagem comum, e o desafio das hipóteses e premissas de cada um, um benefício ainda maior resulta da ampliação do debate para incluir tanto a psicologia como a medicina. A psicologia cognitiva, em particular, tem um papel central como um mediador entre neurocientistas, de um lado, e especialistas educacionais e formuladores de políticas do outro²¹. Mas não há dúvida que, a medida em que emerge nos anos vindouros a nova “ciência do aprendizado”, ela continuará a depender de uma quantidade ainda maior de disciplinas, incluindo a psicologia evolucionária e do desenvolvimento, a antropologia e a sociologia.

Problemas de comunicação existirão entre os neurocientistas e os educadores. Os neurocientistas e os educadores, não compartilham normalmente um vocabulário profissional semelhante; eles aplicam métodos e lógicas diferentes; eles exploram temas diferentes; eles procuram objetivos diferentes. Eles são considerados diferentemente na arena política. Os neurocientistas estudam cientificamente a sede própria do aprendizado: o cérebro. Eles carregam consigo a autoridade e a aura de uma ciência arcana. Eles são relativamente poucos em número e empregam tecnologia dispendiosa. Em contraste, os professores dos adolescentes trabalham em um complexo meio social no qual seus estudantes podem não compartilhar seus objetivos. Suas ferramentas tipicamente consistem em giz, conversa e livros texto. Desta forma, é necessário ter-se consciência das diferenças culturais entre estas duas profissões e trabalhar para reduzir os mal-entendidos, falhas nas comunicações e promover o entendimento. Os formuladores de política deveriam promover o compartilhamento profissional dos recursos, particularmente os conhecimentos ganhos nos respectivos níveis de análise (ou seja, aprendizado de sala de aula e a função cerebral), de modo que as descobertas deste campo emergente possam informar tanto o nosso entendimento do cérebro como máquina, e o cérebro em ação (aprendizado humano).

Uma das dificuldades a serem enfrentadas é a necessidade para uma linguagem comum e vocabulário compartilhado, entre as diversas disciplinas que compreendem as “ciências do aprendizado”. Os termos como *plasticidade*, *inteligência* e *estímulo* (já identificada como problemática na introdução), exemplificam o tema. Para estes, seriam fácil adicionarmos uma lista maior, tais como: *habilidade*, *atitude*, *controle*, *desenvolvimento*, *emoção*, *imitação*, *habilidade*, *aprendizado*, *memória*, *mente*, *natureza*, e *criação*... Os últimos dois termos deveriam nos lembrar de um hiato no conhecimento entre a percepção pública de *natureza* e *criação* como dois domínios autônomos e separados e o reconhecimento científico da reciprocidade da influência entre eles e o conceito do “desenvolvimento dependente da experiência” do “cérebro natural”. A jornada dos genes até o comportamento é longa e penosa:

²¹ Além do mais, uma das mais importantes revoluções que estão chegando da pesquisa nos anos noventa, conformadas por numerosas apresentações durante os três fóruns da OCDE, é que, são de fato complementares o estudo do cérebro por “fora” (o objetivo da psicologia cognitiva) e a observação do cérebro por “dentro” (o objetivo da neurociência). Os estudos da psicologia cognitiva e as descobertas do pensamento e os comportamentos e ajudas do aprendizado, geram hipóteses sobre os mecanismos responsáveis por eles. A neurociência cognitiva estuda diretamente e estabelece (ou confirma) quais são estes mecanismos.

em algum lugar perto do centro está o cérebro, tanto como uma expressão do material genético como a fonte do comportamento humano²².

Espera-se que, a medida em que a neurociência se desenvolve, ela ajudará a iluminar e resolver um número de dicotomias incômodas, tais como *natureza e criação*. *Plasticidade e periodicidade* é outro par de idéias opostas que necessitam ser compreendidas de uma maneira que evite a escolha entre elas. O bom senso e a ciência do cérebro confirmam que os nossos cérebros são *plásticos* – eles continuam a se desenvolver, aprender e mudar até que intervenham a senilidade avançada e a morte. Faz sentido a idéia do aprendizado por toda uma vida. Nunca é tarde demais para aprender – desde que o aprendiz seja bem dotado de confiança, auto-estima e motivação. E ainda assim, parece haver *períodos sensíveis*, como as “janelas de oportunidade” quando o desenvolvimento cerebral é particularmente sensível a certos estímulos e muito propício ao aprendizado. Um exemplo óbvio disto é a extraordinária velocidade com a qual as crianças pequenas adquirem sua primeira língua. Todas as crianças, com a exceção daquelas severamente deficientes, fazem isto na mesma velocidade e no mesmo tempo, em todo o mundo, independentemente de sua posterior classificação educacional como aprendizes lentos ou rápidos, de alta ou baixa inteligência, de sucessos ou fracassos. Podem também existir períodos sensíveis para “aprendizado de uma segunda língua”, a aquisição de habilidades sociais como trabalho em equipe, e mesmo a escolha crítica entre aprendizado por “proficiência” e “dependência”. Apesar de tudo isto, o cérebro é sempre persistentemente plástico.

A neurociência cognitiva também nos ajudará a compreender a distinção entre o que é comum para todos os cérebros humanos e nossas diferenças individuais. Por exemplo, os cérebros dos homens e das mulheres aparentam serem diferentes, mas não é de todo claro o que isto significa. Até o momento, a neurociência cognitiva tem pouco a nos dizer sobre diferenças individuais. Além disto, neste estágio prematuro da ciência, os praticantes compreensivelmente acham mais fácil o estudo da deficiência (e da habilidade excepcional) que o do “cérebro normal”. Tal fato não é necessariamente negativo, se ele nos ajudar a compreender e melhor apoiar aqueles com condições como o autismo ou a Síndrome de Asperger, e, uma vez que o estudo de cérebros de indivíduos deficientes (ou excepcionais) é de fato uma das maneiras mais seguras de ganhar-se conhecimento sobre o funcionamento dos cérebros “normais”.

Os cientistas são compreensivelmente cautelosos, especialmente em relatar conclusões em um campo tão sensível e excitante como o cérebro humano. Este campo nos ajudará, se puder haver um consenso geral para procurar distinguir entre (a) o que é bem estabelecido (plasticidade), (b) o que poderia provavelmente o ser (períodos sensíveis), (c) o que é especulação inteligente (as implicações do gênero) e o que é um mal-entendido ou super simplificado (o papel dos “cérebros direito e esquerdo”). De qualquer modo, parece provável

²² Veja-se o relatório Granada no *website* da OCDE: <http://www.oecd.org/pdf/M00017000/M00017849.pdf>.

que a neurociência cognitiva terá um papel significativo nos anos à nossa frente, no fornecimento de respostas confiáveis para questões importantes sobre o comportamento humano, tais como:

- qual é o ambiente de aprendizado apropriado e a agenda do aprendizado para crianças bem pequenas? Em particular, é aconselhável fornecer um programa intensivo de treinamento infantil em numeração e alfabetização?
- quais são os períodos sensíveis críticos no desenvolvimento do cérebro? Quais são as implicações destes para um currículo de aprendizado relacionado com a idade?
- por que algumas pessoas encontram tantas dificuldades no aprendizado da alfabetização e numeração? O que pode ser feito para prevenir ou remediar tais condições como dislexia e discalculia?
- quais são os limites da habilidade do cérebro humano? Pode alguém esperar alcançar as façanhas de pessoas como Leibniz, Mozart ou J.S. Mill, com ensinamentos apropriados no ambiente correto?
- por que o desaprender é tão difícil? Como podem os maus hábitos, habilidades incompetentes, conhecimento errôneo, serem eficiente e eficazmente corrigidas?
- Qual é o papel da emoção no aprendizado? Como nós podemos ajudar os sistemas límbico (emocional) e o córtico (cognitivo) do cérebro para cooperarem entre si quando se deparam com um desafio de aprendizado?

Parte II: A neurociência cognitiva encontra-se com a educação

Capítulo 3: As três conferências

O propósito do projeto da OCDE-CERI sobre “Ciências do Aprendizado e Pesquisa do Cérebro” foi o de encorajar as colaborações entre as ciências do aprendizado e pesquisa do cérebro de um lado, e os pesquisadores e formuladores de política do outro. Juntos, foi destacada a necessidade de um diálogo entre as diferentes partes interessadas, sobre os potenciais e preocupações futuras de uma possível “educação baseada no cérebro”²³. Uma vez estabelecida a base conceitual do projeto, após um ano de planejamento, as discussões iniciais começaram com as principais instituições de pesquisa, que levaram à preparação de três conferências ou fóruns, destinados, na seqüência, para o “aprendizado infantil”, “aprendizado juvenil” e “aprendizado adulto” (com um forte foco no “aprendizado no envelhecimento”). Os relatórios detalhados de cada um dos fóruns são disponíveis no *website* da OCDE²⁴.

3.1 Os mecanismos cerebrais e a educação infantil – Nova Iorque

“A distância entre um bebê recém nascido para uma criança de cinco anos de idade é um abismo; a de alguém com cinco anos de idade até mim é apenas um passo.”

(Tolstoi)

O primeiro fórum foi realizado em Nova Iorque no Instituto Sackler em 16-17 de junho de 2000. A questão central que dominou o fórum foi a tensão entre os conceitos da plasticidade

²³ Sobre isto, o Dr. Jan van Ravens, comparou, durante o fórum de Granada, medicina e educação: Um esforço explícito foi feito para alcançar a “medicina baseada em evidências”; uma erradicação geral da intuição e crença popular em favor de uma aplicação plena do conhecimento médico na prática diária. A educação está pronta para este tipo de tratamento: afastando-se de um currículo baseado na tradição e no compromisso político, e na direção de um currículo baseado na evidência fornecida pelas ciências do aprendizado, por sua vez baseadas nos resultados da pesquisa do cérebro, o quanto possível”.

²⁴ <http://www.oecd.org/oecd/pages/home/displaygeneral/0,3380,EN-document-603-5-no-27-26268-0,FF.html>

cerebral e a periodicidade, uma idéia que – enquanto o cérebro continua a se adaptar através da vida – existem períodos sensíveis para o aprendizado de coisas específicas em determinadas idades. O fórum recebeu relatórios sobre uma quantidade importante de temas relacionados com o aprendizado infantil: aquisição de língua, cognição infantil, mecanismos de leitura, pensamento matemático e competência emocional.

Pesquisas foram apresentadas sobre o aprendizado de uma segunda língua, sugerindo que a aquisição de gramática é parcialmente condicionada ao tempo. “Quanto mais cedo, mais fácil e mais rápido.” Esta descoberta sugere que o aprendizado de uma segunda língua poderia ser mais efetivo na escola primária, ao invés da secundária. Contudo, o cérebro continua a ser receptivo a novas informações semânticas para o resto da vida.

O aprendizado de experiências esperadas acontece quando o cérebro encontra experiência relevante no tempo apropriado, o período sensível. O aprendizado dependente da experiência é muitas vezes condicionado pela idade, porque os períodos sensíveis podem estar presentes somente durante certas fases do desenvolvimento. Além do mais, o aprendizado durante o período sensível bem pode requerer um ambiente apropriado. Parece que, não inesperadamente, que os cérebros respondem melhor a ambientes complexos que aqueles com falta de estímulos ou interesse.

As crianças desenvolvem teorias sobre o mundo em idades bastante precoces e as revisam à luz da experiência. Os domínios do aprendizado infantil incluem lingüística, psicologia, biologia e física – como funciona a linguagem, as pessoas, os animais, as plantas e os objetos. Mesmo no momento do nascimento, o cérebro da criança não é uma *tábua rasa*. A educação infantil necessita levar em conta tanto uma mente distinta quanto uma conceitualização de crianças jovens e seus modos prediletos de aprendizado, através dos jogos, por exemplo²⁵.

É provavelmente no reinado da alfabetização que a ciência do cérebro pode oferecer o máximo aos educadores na atualidade. As dificuldades de leitura podem ser originadas a partir de várias causas, tais como deficiência visual, debilidade auditiva, ou estratégias inapropriadas (disfunção cognitiva). Nenhuma destas condições coloca a criança fora do alcance da ajuda. Quando os professores e cientistas trabalham juntos, existe uma esperança real que nós

²⁵ De acordo com o Dr. Alison Gopnik (durante o fórum de Nova Iorque), as crianças já vem equipadas para aprender línguas. Mas elas também aprendem sobre como as pessoas em redor delas pensam, sentem, e como isto é relacionado com o seu próprio pensamento e sentimentos. As crianças aprendem a *psicologia cotidiana*. Elas também aprendem a *física cotidiana* (como os objetos são movidos e como interagir com eles), e *biologia cotidiana* (como seres viventes simples, plantas e animais agem). Elas assimilam estes domínios complexos antes de qualquer educação formal aconteça.

Os especialistas gostariam de ver práticas escolares reforçando os conhecimentos que as crianças ganharam na sua tenra idade. Por exemplo, faria sentido ensinar psicologia cotidiana durante os primeiros anos escolares. Ou no caso de física e biologia, a escola poderia começar a ensinar as crianças a partir de suas concepções naturais (erradas ou não) sobre a realidade, para atingir uma compreensão real dos conceitos científicos que elas descrevem. As escolas poderiam capitalizar mais em cima dos jogos, exploração espontânea, predição, e retroalimentação, que parecem ser tão fortes no aprendizado caseiro espontâneo. As escolas deveriam dar, mesmo aos mais jovens, a chance de *serem* cientistas, e não apenas dizer a eles coisas sobre a ciência (veja-se o relatório de Nova Iorque no *website* da OCDE: <http://www.oecd.org/pdf/M00019000/M00019809.pdf>).

podemos providenciar um diagnóstico tempestivo e intervenções apropriadas para assistir aqueles em risco dos vários tipos de dislexia.

A numeração, como a alfabetização, é uma ferramenta básica onde a neurociência cognitiva pode auxiliar a educação. A inteligência matemática parecer ser bastante complexa, envolvendo várias partes diferentes do cérebro, que são organizadas para trabalharem juntas por um mecanismo de controle no córtex frontal. Tal modelo sugere que pode haver várias razões (enraizadas no processamento de diferentes regiões cerebrais), pelas quais as dificuldades na numeração aparecem.

O cérebro é a sede da emoção, bem como da razão. Certamente, a nossa “inteligência emocional” (IE) parece ser até mais importante para o atingimento do sucesso que a “inteligência cognitiva” (QI). A distinção crítica entre “proficiência” e “aprendizado dependente”²⁶ é mais uma questão de atitude (emocional) que intelecto. Os aprendizes bem sucedidos parecem desenvolver, em uma idade precoce, uma forma de autocontrole chamada “controle esforçado”²⁷. Em princípio, esta habilidade pode ser instilada e encorajada, embora seja, em grande parte, hereditária.

As principais conclusões científicas do fórum são detalhadas no capítulo 4. O fórum chegou a cinco conclusões gerais relacionadas com o valor do potencial da discussão transdisciplinar²⁸, a distinção entre os novos conceitos da confirmação científica de antigos conhecimentos, a natureza fundamental das idéias de plasticidade e periodicidade, a importância relativa dos primeiros anos para o aprendizado humano, e a possibilidade da emergência de uma nova *ciência do aprendizado*²⁹.

3.2 Os mecanismos cerebrais e o aprendizado infantil - Granada

“ Eu gostaria que não existisse a idade entre dez e vinte e três anos, ou que os jovens (naquela idade) não sobrevivessem aos demais. Pois nessa idade não há nada dentro, a não ser engravidar camponesas, enganar os mais velhos, roubar, brigar....teria algo mais que isto a atormentar o juízo de desses jovens à procura deste tempo?”

(Shakespeare)

²⁶ Veja-se 1.3 acima.

²⁷ Veja-se 4.4.3 abaixo.

²⁸ Embora estas conferências tenham sido organizadas antes que o conceito de Hideaki Koizumi de “transdisciplinaridade” (veja-se o capítulo 5) tenha sido adotado como modelo para este projeto e pelo diálogo que ele significa, as palavras “transdisciplinaridade” e “transdisciplinar” serão preferidas, em todo o texto, sobre “interdisciplinaridade” e “interdisciplinar”.

²⁹ Veja-se o capítulo 5 abaixo.

O segundo fórum foi realizado em Granada (Espanha) em 1 a 3 de fevereiro de 2001. Dois temas dominaram o fórum: o problema de tradução dos resultados emergentes da neurociência cognitiva em uma forma acessível ao mundo da educação, e a idéia do cérebro do adolescente como “trabalho em andamento”.

É fácil afirmarmos muita coisa a respeito da neurociência cognitiva neste estágio inicial de seu desenvolvimento. Descobertas tentativas, derivadas de pesquisa em animais, podem ser apressadamente generalizadas, produzindo afirmações nem sempre confiáveis sobre o cérebro humano e o aprendizado. Torna-se necessário sermos cautelosos. É provavelmente melhor se os neurocientistas e os psicólogos cognitivos cooperassem entre si. Os educadores e formuladores de políticas ganharão o máximo com, e contribuirão o máximo para, uma aliança mais ampla de pesquisa científica, incluindo a medicina. A ciência do aprendizado é necessariamente de natureza transdisciplinar.

O cérebro do adolescente pode ser visto como “trabalho em andamento”³⁰. A imagem cerebral revela que tanto o volume cerebral como a mielinização (um processo de maturação das conexões cerebrais) continuam a crescer em toda a adolescência, e certamente, durante o período percorrido por um jovem adulto (20-30 anos de idade).

O fórum também recebeu relatórios sobre ADHD (déficit de atenção / desordem de hiper-atividade), os efeitos de algumas drogas no aprendizado, danos ao cérebro e habilidades matemáticas, aprendizado implícito ou explícito, imagens mentais e estímulos mentais, a aquisição da alfabetização e outros tópicos³¹. Uma vez mais, as principais conclusões científicas deste fórum são detalhadas no capítulo 4.

Houve também uma série de conclusões de caráter mais geral. A primeira diz respeito à tensão entre a sede dos educadores e formuladores de políticas para novos conhecimentos científicos e a cautela dos cientistas contra hipóteses prematuras sobre o aprendizado humano. A segunda saiu de um divertido debate sobre se seria considerado trapaça o uso de óculos em uma prova escrita. Obviamente que não. E apesar disto, se uma das principais funções da educação é classificar pessoas por habilidades e aptidões, até que ponto é apropriado usarmos estes novos conhecimentos científicos para ajudar, por exemplo, um leitor vagaroso ou o pobre em cálculos? Poucos discordaram da visão que dar habilidades às pessoas era bem mais

³⁰ O Dr. José-Manuel Rodríguez-Ferrer, durante o fórum de Granada, levantou uma hipótese. Ele sugeriu uma maneira alternativa de entender algumas das dificuldades encontradas pelos adolescentes e jovens adultos relacionando a maturidade psicológica com medidas de maturidade do córtex pré-frontal, e não atribuir às características típicas sociais, comportamentais e psicológicas de adolescentes, aos substratos hormonais. Sua afirmação é baseada em dados de imagem cerebral que mostram que o córtex é lento para maturar mesmo entre aqueles na faixa entre 20 a 30 anos de idade (veja-se o relatório de Granada, OCDE *website*, op.cit.)

³¹ “Como deveria o público ser informado sobre a interpretação destes dados? Como deveriam as pessoas pensar sobre as contribuições relativas dos fatores genéticos e ambientais? Em particular, os formuladores de políticas deveriam ser informados sobre as estratégias cognitivas e próteses tecnológicas que podem superar as deficiências do aprendizado, qualquer que seja a sua base. Por exemplo, se as descobertas relacionadas com o déficit de atenção / desordem de hiper-atividade são levadas para fora, elas terão claras implicações de políticas para intervenções psico-farmacológicas”. Dr. Jim Swanson durante o fórum de Granada (veja-se o relatório de Granada, no *website* da OCDE, op.cit.)

importante que classificá-las. A terceira conclusão resume-se no fato de que o fórum foi arrebatado pela idéia de que cérebro juvenil é um órgão imaturo, se não incompleto. Este resultado foi confrontado pela afirmação indiscutível que é possível aprender a aprender.

O fórum concluiu que a agenda não fez justiça a alguns pontos importantes, notavelmente sexo, cultura³², auto-estima e influência dos pares. Com em Nova Iorque, os participantes discutiram a emergência da nova ciência do aprendizado, e confirmaram a idéia que pelo menos cinco instâncias devem ser envolvidas: neurociência cognitiva, psicologia, educação e formulação de políticas. O modelo da interação entre estas instâncias diferentes deveria ser, acima de tudo, como um carrossel, ou como uma espiral ascendente³³, e não uma via de mão única. Chegou a hora de se avançar da comunicação para a cooperação. Por exemplo, os educadores têm muita experiência com problemas que aparecem nas salas de aula. Estes problemas não apenas geram agendas de pesquisa para os cientistas, mas soluções bem sucedidas que foram encontradas “no campo” podem fornecer fortes hipóteses que podem ser formalmente testadas.

Finalmente, o fórum revelou uma quantidade de desafios para cientistas e educadores. Para ajudar a compreensão pública da complexidade do cérebro e do aprendizado, necessitamos urgentemente de um novo e melhor modelo para nos ajudar a dominar a interação entre natureza e criação³⁴, plasticidade e periodicidade, potencial e habilidade, etc. Houve também a demanda para uma mudança dos sistemas educacionais “orientados por currículos” para aqueles que são “orientados pela psicologia”. O “como” do aprendizado governa o “que”.

Os participantes perguntaram-se se ainda fazia algum sentido conectar os objetivos de “aprendizado” com “classificação” em nossas escolas. Talvez tenha chegado o tempo de criarmos dois serviços distintos e duas profissões, uma para cada objetivo. Alguns se perguntaram, se o modelo educacional escola e sala de aula, originado do modelo ultrapassado das fábricas da produção industrial do século 19, seria sustentável como estratégia central para criar os jovens nas sociedades do século 21.

³² Subseqüentemente, estes dois temas foram abordados em Tóquio (veja-se o relatório de Tóquio no *website* da OCDE, op. cit.)

³³ Veja-se o modelo transdisciplinar do Dr. Koizumi no capítulo 5.

³⁴ Dr. Antonio Marin discutiu durante o fórum de Granada (veja-se o relatório de Granada no *site* da OCDE, op. cit.) a controvérsia da natureza-criação e sua relação com a hereditariedade e inteligência, mencionando trabalhos anteriores do Dr. Francis Galton que estudou a freqüência de indivíduos eminentes entre os parentes de homens notáveis. Ele também tocou nos efeitos corrosivos do movimento eugênico na questão da hereditariedade da inteligência. Ele destacou não apenas o papel da genética, mas também os fatores ambientais; desempenho intelectual é o resultado de muitos anos de treinamento que envolve influências de pais, professores e outras pessoas (principalmente do aprendizado influenciado pelos pares): “Os genes determinantes do trato mensurável não podem ser identificados, e não é possível fazer-se nenhuma inferência no que diz respeito ao seu número, modo de herança ou modo de ação” Mas ele acredita que nós podemos esperar, através do tempo, que a variabilidade genética dos fatores biológicos que influenciam a habilidade do aprendizado e outros aspectos do comportamento humano, podem ser extensivas como a influência da variabilidade genética na saúde humana. O progresso nesta frente já pode ser visto nas análises experimentais com animais. Por outro lado, em humanos, o Projeto Genoma está encontrando bastante variabilidade genética. O Dr. Marin também terminou sua intervenção com uma palavra de cautela para não se cair no determinismo biológico ingênuo, pelo qual os indivíduos são considerados como limitados pelos seus genes.

3.3 Os mecanismos do cérebro e o aprendizado no envelhecimento – Tóquio.

“Se a juventude soubesse, se a velhice pudesse.....”.

(Henri Estienne)

O terceiro fórum foi realizado em Tóquio em 26-27 de abril de 2001. Embora a conferência tenha sido criada para tratar de questões relacionadas com os mecanismos cerebrais da população adulta como um todo, o tema central acabou sendo a natureza do cérebro envelhecido e o desafio em estender e melhorar o funcionamento cognitivo em idade avançada. Até agora, pouca pesquisa foi direcionada às necessidades de aprendizado de *adultos que envelhecem normalmente*: Por exemplo, como retreinar professores³⁵, ou adultos em geral, para usar novas tecnologias³⁶. A necessidade de educação contínua na idade adulta é bastante clara especialmente entre os profissionais, quando se levam em conta dados sobre a limitada “prateleira da vida” de novas descobertas nas ciências (os achados tendem a não ser citados após cerca de cinco anos)³⁷. No futuro, os adultos não apenas terão que aprender mais, eles terão que desaprender mais³⁸. Ao mesmo tempo em que a pesquisa nesta área ainda se encontra na sua infância e ainda não conhecemos o suficiente sobre o processo normal do envelhecimento, parecer haver uma esperança real para um diagnóstico precoce e intervenções apropriadas para postergar o início ou atrasar a aceleração de doenças neuro-degenerativas em idade avançada. O aprendizado por toda uma vida aparenta oferecer uma estratégia particularmente efetiva para combater a senilidade e doenças como o mal de Alzheimer³⁹.

O fórum recebeu relatórios sobre uma variedade de desordens associadas com o envelhecimento, estratégias para conter o declínio e aumentar a capacidade das pessoas afetadas, a evidência que a plasticidade cerebral perdura durante toda a vida, a relação entre a boa forma física e a saúde mental, questões da memória e atenção, temas de metodologia, cultura⁴⁰, sexo⁴¹, e políticas em relação à pesquisa e à saúde. As principais conclusões científicas deste fórum, como dos outros, são detalhadas no capítulo 4.

³⁵ Dr. Eric Hamilton durante o fórum de Tóquio (veja-se o relatório de Tóquio no *website* da OCDE, op. cit.)

³⁶ Mag. Wolfgang Schinagl durante o fórum de Tokyo (veja-se o relatório de Tóquio *website* da OCDE, op.cit)

³⁷ Dr. Kenneth Whang durante o fórum de Tokyo (veja-se o relatório de Tóquio *website* da OCDE, op.cit)

³⁸ Durante o fórum de Tokyo as apresentações do Dr. Bruce McCandliss e Andrea Volfova, mostraram que a plasticidade aparece em ambos os casos e pode interferir com novos aprendizados em alguns casos (veja-se o relatório de Tóquio *website* da OCDE, op.cit)

³⁹ Mas nós ainda sentimos falta de um método confiável para detectar o Mal de Alzheimer nos estágios pré-clínicos, como relatado pelos Drs. Akihiko Takashima e Raja Parasuraman durante o fórum de Tóquio (veja-se o relatório de Tóquio *website* da OCDE, op.cit)

⁴⁰ A influência da cultura pode ser vistas tanto no nível macro como no micro. No nível macro, a questão da cultura pode ajudar a orientar a agenda de pesquisa e perguntar se a neurociência cognitiva deveria estar procurando processos universais ou se os estudos do cérebro e do aprendizado são culturalmente abrangentes, e, desta forma, mais bem situados (Dr. Shinobu Kitayama durante o fórum de Tóquio; veja-se o relatório de Tóquio *website* da OCDE, op.cit). Em um nível mais específico, pode-se mostrar que diferentes ortografias de diferentes línguas podem causar impacto no surgimento de dificuldades de leitura, principalmente dislexia, com consequências importantes para como os fenômenos como a dislexia deveriam ser estudados e explicados.

Embora a amplitude do debate tenha sido muito alargada (“desde genes até habilidades”) sentiu-se que foi dada atenção insuficiente para questões de disposição – o desenvolvimento de estudos e valores, e o componente emocional da experiência humana e do aprendizado. Houve um forte desejo de se avançar da conversação para a cooperação e de se promover um novo programa de pesquisa transdisciplinar. Houve uma grande dose de cautela contra esperar-se muito e muito cedo, mas ao mesmo tempo houve também uma esperança de ganhos substanciais no longo prazo.

Reconheceu-se que a emergência da nova ciência do aprendizado já tinha iniciado tópicos de política para o avanço da ciência, para a reforma da educação e para o desenvolvimento dos cuidados com a saúde. Mas estas coisas efetivamente não podem ser consideradas isoladamente. Uma abordagem holística é necessária – e isto não é fácil de ser alcançado.

Juntamente com excitantes esperanças para um melhor diagnóstico, o adiamento e tratamento da senilidade, o fórum identificou cinco oportunidades para o trabalho transdisciplinar futuro: leitura, matemática, sexo, a medição da habilidade e o desenvolvimento de uma nova profissão de ensino. Subjacente a tudo isto está a percepção de que as emoções podem fornecer a chave para o entendimento de como nós podemos melhor criar os nossos jovens, e cuidar dos idosos no século 21.

Capítulo 4: O aprendizado visto a partir de uma abordagem neurocientífica.

Excitantes descobertas na ciência cognitiva e continuados desenvolvimentos na psicologia cognitiva estão começando a oferecer maneiras interessantes do pensamento sobre como o cérebro aprende. Historicamente, tanto a teoria como o método separaram estas disciplinas. Contudo, com o desenvolvimento das novas tecnologias de imagem cerebral, uma nova ciência emergiu: a neurociência cognitiva. Os neurocientistas cognitivos têm prestado crescente atenção à educação como uma área de aplicação do conhecimento da neurociência cognitiva, bem como uma fonte de importantes temas de pesquisa.

Neste capítulo são resumidos os resultados da pesquisa em neurociência cognitiva, apresentados inicialmente durante as três conferências da OCDE. Embora muitos tópicos individuais tenham sido discutidos, serão discutidos aqui os principais, considerados como dotados de alto potencial de aplicação, adicionando-se ao fato de poderem contribuir potencialmente para informação aplicável ao desenho curricular, práticas de ensino e estilos de

⁴¹ Os resultados associados com sexo são equivocados, mas os dados estão emergindo dando suporte à noção de cérebros “masculinos” e “femininos” (com algumas sugestões sobre o aprendizado), como sugerido pelo Dr. Yasumasa Arai durante o fórum de Tóquio; (veja-se o relatório de Tóquio *website* da OCDE, *op.cit*).

aprendizado. Estes tópicos incluem: alfabetização e numeração, o papel da emoção no aprendizado e a aprendizagem por toda uma vida. Mas antes de entrarmos na substância em si, parece necessária apresentar sucintamente, juntamente com alguns outros princípios básicos da arquitetura cerebral, as ferramentas de pesquisa (tecnologia) e as metodologias usadas hoje na neurociência cognitiva. No final deste capítulo, serão revisadas as “neuromitologias” baseadas em erros de concepção populares e / ou mal-entendidos da ciência.

4.1 Princípios da organização do cérebro e o processamento da informação neural.

4.1.1 Neurônios, estados mentais, conhecimento e aprendizado.

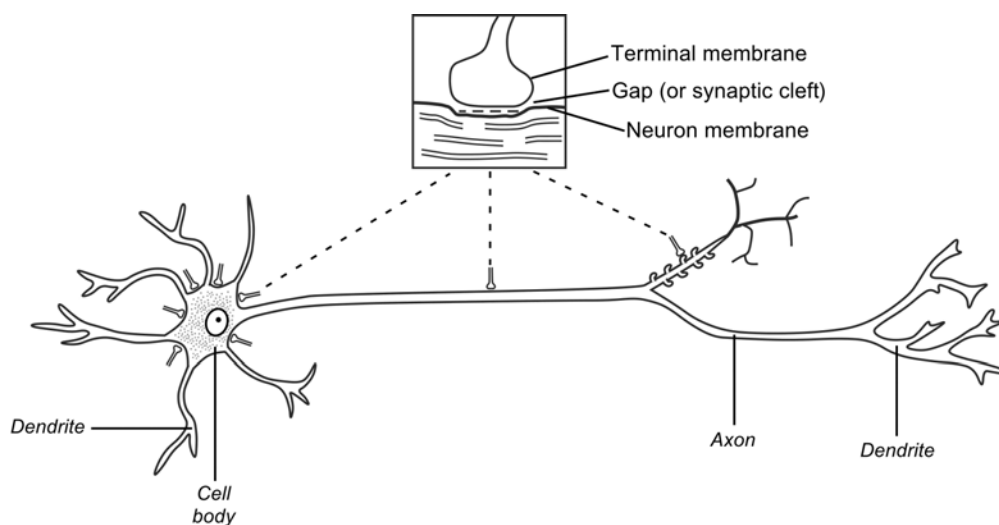
O componente básico do processamento da informação no cérebro é o neurônio, uma célula capaz de acumular e transmitir atividade elétrica. Existem aproximadamente 100 bilhões de neurônios em um cérebro humano e cada um pode ser conectado a milhares de outros, permitindo que os sinais de informação fluam maciçamente e em muitas direções simultaneamente.

A qualquer momento, um grande número de neurônios são ativados simultaneamente, e cada um dos chamados “padrões de atividade” correspondem a um estado mental particular. Quando a eletricidade flui através das conexões entre os neurônios (chamadas de sinapses) é ativado um outro conjunto de neurônios e o cérebro muda para outro estado mental. Contrário dos bits de computadores que são ou ligados ou desligados, uma ativação do nível do neurônio é uma variável contínua, permitindo variações e tonalidades de estados mentais incrivelmente sutis.

Se os estados mentais são produzidos por padrões de atividade neural, então o “conhecimento”, definido como qualquer coisa que direciona o fluxo de um estado mental para outro, deve ser encapsulado nas conexões neurais. Isto significa que o aprendizado é alcançado ou através do crescimento de novas sinapses, ou do fortalecimento ou enfraquecimento das existentes. Na verdade, existem boas evidências para ambos os mecanismos, com ênfase especial nos cérebros jovens, e a segunda nos cérebros maduros. É talvez digno de nota que a entrada de qualquer conhecimento de longo prazo no cérebro requer uma modificação de sua anatomia.

Figura 1

Esquema dos diferentes tipos de sinapses sobre um neurônio. A sinapse inclui a membrana neural, a membrana do terminal e o intervalo entre estas duas estruturas.



Schematic of different types of synapses on a neuron. The synapse includes the neuron membrane, the membrane of the terminal and the gap in-between these two structures.

Membrana terminal - Intervalo (ou fenda sináptica) - Membrana do neurônio

Endrite - Corpo da célula

Axon - Dendrite

4.1.2 Organização funcional

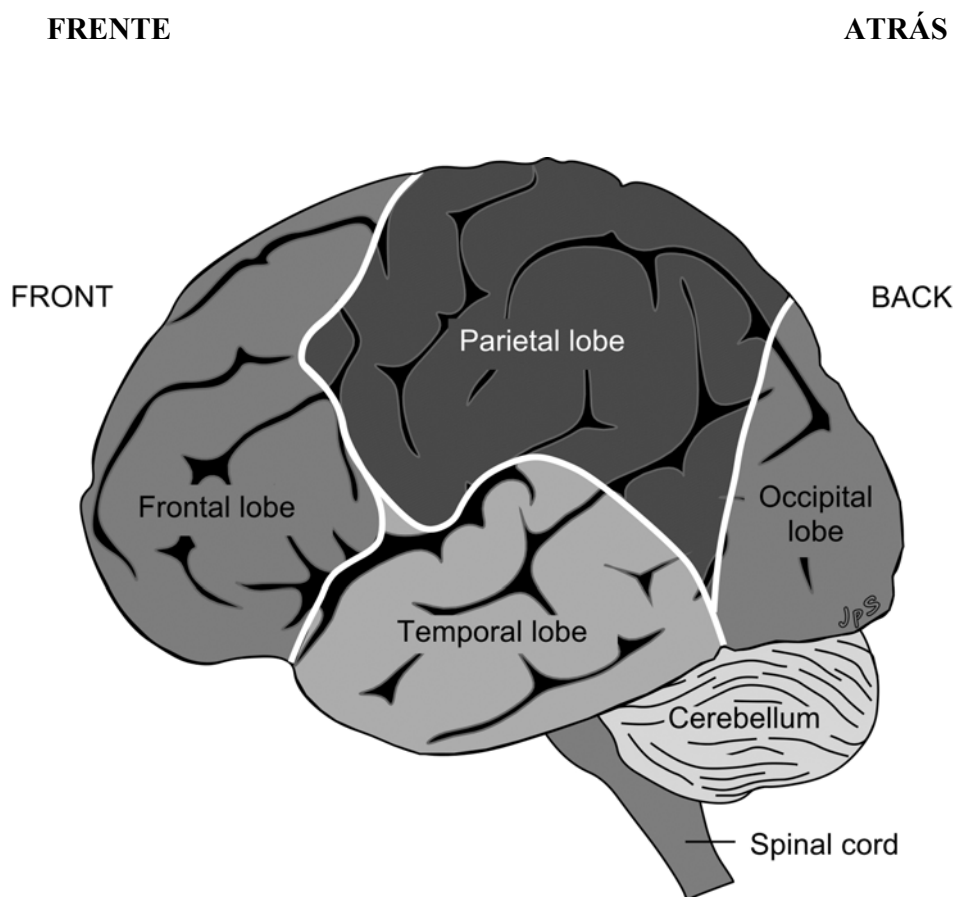
As diferentes partes do cérebro carregam tarefas de processamento de informação diferentes. Este princípio da localização funcional permanece verdade em quase todos os níveis da organização cerebral. O cérebro é um conjunto de estruturas que se assentam no topo da espinha dorsal. As estruturas mais baixas são destinadas a coordenar as funções corporais básicas (por exemplo, a respiração, a digestão, os movimentos voluntários), expressando as necessidades básicas (fome, desejo sexual, por exemplo) e o processamento de emoções primárias (ex. o medo). As estruturas superiores, que evoluíram mais tarde e estão no topo das inferiores, são mais desenvolvidas nos humanos do que em qualquer outro animal. A parte mais recentemente desenvolvida, o neocórtex, é uma fina camada de neurônios que cobrem a superfície convoluta do cérebro. É onde o pensamento é processado, e onde residem três-quartos dos neurônios do cérebro.

O neocórtex é dividido em dois hemisférios, o direito e o esquerdo. No meio, uma banda neural de fibras chamadas de *corpus callosum* agem como ponte, permitindo que os hemisférios troquem informações. Cada hemisfério é adicionalmente dividido em lobos que são especializados para tarefas diferentes: o lobo frontal (lateral) é relacionado com a audição,

memória e reconhecimento de objetos. O lobo parietal (tôpo) é relacionado com a sensação e processamento espacial. O occipital (costas) é relacionado com a visão. Estas caracterizações são genéricas, naturalmente, na medida em que cada lobo é subsequentemente subdividido em redes entrelaçadas de neurônios especializados para processamento de informações muito específicas. Qualquer habilidade complexa, como adição, ou reconhecimento de palavras, depende da ação coordenada de diversas destas redes neurais especializadas, localizadas em diferentes partes do cérebro. Qualquer dano à cada um destas redes ou às conexões entre elas, criará uma ruptura na habilidade subjacente, e para cada possível anomalia corresponde a um déficit específico.

Finalmente, deve-se observar que não existem dois cérebros iguais. São encontradas diferenças individuais significativas no tamanho como um todo, mas também, mais importantemente, no número de neurônios designados para carregar funções particulares, ou mesmo na organização e localização dos módulos cerebrais. Em virtude da maioria dos neurônios serem funcionalmente intercambiáveis, ao mesmo neurônio pode ser designada uma tarefa, e mais tarde ser reassignado para outra, o que significa que a natureza, criação e aprendizado não conseguem evitar que cada cérebro seja único, é um trabalho em andamento para o resto da vida.

Figura 2 – Principais subdivisões do córtex cerebral.



Major subdivisions of the cerebral cortex.

- Lobo parietal
- Lobo frontal Lobo occipital
- Lobo temporal
- Cerebelo
- Espinha dorsal

GLOSSÁRIO

ADHD

Desordem de Déficit de Hiperatividade da Atenção. Uma síndrome do aprendizado e de problemas comportamentais. Caracterizada pela dificuldade em sustentar a atenção, por um comportamento impulsivo (como falando fora de sua vez), e muitas vezes pela hiperatividade – também conhecida como disfunção cerebral mínima.

Mal de Alzheimer

Uma doença degenerativa do cérebro associada com o envelhecimento, caracterizada pela atrofia difusa em todo o cérebro com lesões distintas chamadas de placas de senilidade e blocos de fibrilos, chamados de nós neurofibrilares. Ela afeta os processos cognitivos da memória e atenção.

Neurociência Cognitiva

Estudo e desenvolvimento da mente e pesquisa do cérebro destinada a investigar as bases cognitivas psicológicas, computacionais e neurocientíficas.

Vitalidade Cognitiva

Refere-se à força ativa ou à força mental durante toda a vida da pessoa.

Córtex (cerebral)

Camada posterior do cérebro.

Depressão

Abaixamento da vitalidade ou atividade funcional; o estado de ser abaixo do normal na vitalidade física ou mental.

Discalculia

Também conhecida como acalculia. Obstrução da habilidade de solucionar problemas matemáticos em virtude de danos cerebrais ou doenças.

Dislexia

Uma desordem manifestada pela dificuldade no aprendizado de leitura, apesar da instrução convencional, inteligência adequada e oportunidade sócio-cultural.

Inteligência Emocional

Algumas vezes chamada de quociente emocional (“QE”). Os indivíduos com inteligência emocional são capazes de relacionar-se com os outros com compaixão e empatia, de ter habilidades sociais bem desenvolvidas, e de usar esta consciência emocional para direcionar suas ações e comportamento. O termo foi cunhado em 1990.

Dependência da Experiência

Uma propriedade do sistema funcional neural na qual variações na experiência levam a variações na função, uma propriedade que poderia persistir durante toda a vida da pessoa.

Expectativa da Experiência

Uma propriedade do sistema funcional neural na qual o desenvolvimento do sistema evoluiu para depender criticamente de entradas ambientais estáveis que são, grosso modo, os mesmos para todos os membros de uma espécie (ou seja, estímulos de ambos os olhos em recém-nascidos durante o desenvolvimento das colunas de dominância ocular). Acredita-se que esta propriedade opere desde cedo na vida.

fMRI

Ressonância Magnética Funcional de Imagem. O uso de um scanner MRI para inspecionar indiretamente a atividade neural através de mudanças na química do sangue (tal como o nível de oxigênio) e investigar aumentos na atividade dentro das áreas cerebrais que são associadas com as várias formas de estímulos e tarefas mentais (veja-se MRI).

Lobo Frontal

Regiões anteriores do córtex cerebral, que se acredita estar envolvida no planejamento de pensamento de ordem superior.

Imagem Funcional

Representa uma gama de técnicas de mensuração na qual o objetivo é o de extrair informação quantitativa sobre a função fisiológica.

Hemisfério (cerebral)

Um dos dois lados do cérebro. Classificados como “esquerdo” ou “direito”.

QI

Um número que expressa a inteligência relativa de uma pessoa, originalmente determinado pela divisão do valor mental pela idade cronológica e multiplicando-se o resultado por 100.

Pensamento Cerebral Esquerdo

Um termo laico baseado na concepção errônea que os processos superiores do pensamento são estritamente divididos em papéis que ocorrem independentemente nas diferentes metades do cérebro. Pensa-se que isto seja baseado em exageros de achados específicos sobre as especializações do hemisfério esquerdo, tais como os sistemas neurais que controlam a fala.

Sistema Límbico

Também conhecido como “cérebro emocional”. Ele rodeia o tálamo e o hipotálamo e é feito das estruturas profundas do cérebro.

Lobo

Grandes áreas do cérebro seccionadas por função (occipital, temporal, parietal e frontal).

Imaginário Mental

Também conhecido como visualização. São criadas pelo cérebro imagens mentais a partir das memórias, imaginação, ou uma combinação de ambos. Supõe-se que as áreas cerebrais responsáveis pela percepção são também envolvidas durante o imaginário mental.

MRI

Ressonância Magnética da Imagem. Uma técnica não-invasiva usada para criar imagens das estruturas dentro de um cérebro humano vivo, através da combinação de um forte campo magnético e pulsos de radio-freqüência.

Inteligências Múltiplas

Termo originalmente cunhado para melhor explicar as maneiras diferentes e igualmente importantes do processamento do ambiente.

Mielinação

Processo pelo qual os nervos são cobertos por uma gorda substância protetora. O invólucro (mielina) em redor das fibras nervosas age eletricamente como um condutor em um sistema elétrico, assegurando que as mensagens enviadas pelas fibras nervosas não sejam perdidas no caminho.

Mito dos Três

Também conhecido como o “mito dos primeiros anos”. Ele assume uma posição que somente os primeiros três anos realmente contam na alteração da atividade cerebral, e após isto o cérebro é insensível a mudanças. Isto poderia ser considerada uma visão extrema do ponto de vista do “período crítico”.

Neuromito

Concepção errônea baseada em mal-entendido ou em uma má leitura dos fatos estabelecidos cientificamente (pela pesquisa cerebral) para defender o uso de pesquisa cerebral, em educação e em outros contextos.

Neurônio

Unidade básica do sistema nervoso; célula especializada para a integração e transmissão da informação.

NIRS

Estretoscopia Infravermelha Próxima. Método não-invasivo de imagem que permite a medição das concentrações da hemoglobina desoxigenada no cérebro pela absorção de quase infravermelho. (luz quase infravermelha na onda de frequência entre 700 – 900 nm pode penetrar parcialmente nos tecidos humanos).

Lobo Occipital

Região posterior do córtex cerebral recebendo informação visual.

Lobo Parietal

Região médio-superior do córtex cerebral envolvida em muitas funções tais como o processamento da informação espacial, imagem corporal, orientação espacial, etc.

PET

Tomografia de Emissão de Positrons. Uma variedade de técnicas que usam radionúcleos emissores de positrons para criar uma imagem da atividade cerebral, geralmente o fluxo sanguíneo ou a atividade metabólica. O **PET** produz imagens tri-dimensionais das substâncias químicas funcionando dentro do cérebro.

Plasticidade

Também “plasticidade cerebral”. O fenômeno de como o cérebro muda e aprende.

Pensamento Cerebral Direito

Um termo laico baseado na concepção errônea que os processos superiores do pensamento são estritamente divididos em papéis que ocorrem independentemente nas diferentes metades do cérebro. Pensa-se que isto seja baseado em exageros de achados específicos sobre as especializações do hemisfério direito em alguns domínios limitados.

Ciência do Aprendizado

Termo que procura fornecer um rótulo para o tipo de pesquisa possível quando a pesquisa da neurociência cognitiva reúne-se com a pesquisa e prática educacionais.

Período Sensível

Instante temporal no qual um evento biológico particular deverá ocorrer com melhor chance de sucesso. Os cientistas documentaram períodos sensíveis para certos tipos de estímulos sensoriais (tais como a visão e os sons da fala), e para certas experiências emocionais e cognitivas (ligação, exposição à linguagem). Contudo, existem muitas habilidades mentais, tais como a leitura, tamanho do vocabulário e a habilidade para ver cores, que aparentemente não passam através dos limitados períodos sensíveis em seu desenvolvimento.

Sinapse

Junção especializada pela qual um neurônio comunica-se com outro (chamada “célula alvo”).

Sinaptogenesis

Formação de uma sinapse.

Lobo temporal

Região lateral do córtex cerebral recebedora de informação auditiva.

TMS

Estímulo magnético transcraniano. Um procedimento no qual a atividade elétrica no cérebro é influenciada por um campo magnético pulsado. Recentemente, a TMS foi utilizada para investigar aspectos do processamento cortical, incluindo as funções sensoriais e cognitivas.

Transdisciplinar

Termo usado para explicar o conceito da interface e completa fusão de disciplinas diferentes, resultando em uma nova disciplina, contendo estrutura conceitual própria, capaz de estender as fronteiras das ciências originais e as disciplinas incluídas na sua formação.

Sumário da versão da publicação original em Inglês

(sem anexos, lista de caixas, tabelas e gráficos)

PREFÁCIO

AGRADECIMENTOS

INTRODUÇÃO

PART I: PREMISSAS

Capítulo 1: O Contexto Educacional

- 1.1. Por que e quem
- 1.2. O que e quando
- 1.3. Como e onde

Capítulo 2: Como a neurociência cognitiva pode orientar políticas e práticas

- 2.1. O que pode a neurociência cognitiva nos dizer
- 2.2. ...as políticas educacionais

PART II: A NEUROCIÊNCIA COGNITIVA ENCONTRA A EDUCAÇÃO

Capítulo 3: As Três Conferências

- 3.1 Os Mecanismos Cerebrais e o Aprendizado Infantil - Nova Iorque
- 3.2 Os Mecanismos Cerebrais e o Aprendizado Jovem – Granada
- 3.3 Os Mecanismos Cerebrais e o Aprendizado no Envelhecimento – Tokyo

Capítulo 4: O Aprendizado visto de uma Abordagem Neurocientífica

- 4.1 Princípios da Organização Cerebral e Processamento da Informação Neuronal
 - 4.1.1 Neurônios, estados mentais, conhecimento e aprendizado
 - 4.1.2. Organização funcional
- 4.2 Ferramentas, Metodologias e Implicações Educacionais: o impacto da imagem cerebral

4.3 Alfabetização e Numeração

4.3.1 Aprendizagem da linguagem

4.3.2 Habilidades de leitura

4.3.3 Habilidades matemáticas

4.4 Emoções e Aprendizado

4.4.1 O cérebro emocional

4.4.2 Regulagem emocional e imaginariade

4.4.3 Controle esforçado: uma variável educacional

4.5 O Cérebro Aprendiz por toda uma Vida

4.5.1 Envelhecimento e Doença: O mal de Alzheimer e a Depressão Senil

4.5.2 A boa forma física e a vitalidade cognitiva

4.5.3 A Plasticidade e o aprendizado por toda uma vida

4.6 Neuromitologias

4.6.1. Separando a ciência da especulação

4.6.2 Dominância do hemisfério ou especialização

4.6.3. Desenvolvimento sináptico, ambientes enriquecidos e períodos críticos

PARTE III: O Caminho Futuro

Capítulo 5 - Caminhando para uma nova ciência do aprendizado baseada na abordagem transdisciplinar?

Anexo 1 - Os Próximos Passos: As Redes de Pesquisa

1. Research Types and Methodology
2. Three Research Areas
3. Three Research Networks: structure and expected outcomes

Anexo 2 - As Agendas das Três Conferências

Glossário

Esta *Síntese* é uma tradução dos excertos de publicações originalmente publicadas pela OCDE, com os seguintes títulos em Inglês e Francês:

Understanding the brain – Towards a New Learning Science.

Comprendre le cerveau – Vers une nouvelle science de l'apprentissage.

© 2002, OECD.

As publicações são disponíveis para venda na OCDE Paris Centre: 2, rue André-Pascal, 75775 Paris Cedex 16, FRANCE e no website www.oecd.org.

As *Sínteses* são disponíveis livremente na Biblioteca Online da OCDE no website www.oecd.org.

As *Sínteses* são preparadas pela *Rights and Translation unit, Public Affairs and Communications Directorate.*

email: rights@oecd.org

Fax: +33 1 45 24 13 91



© OECD 2002

A reprodução desta *Síntese* é permitida desde que sejam mencionados o copyright da OCDE e o título original.