

## O PARADIGMA CONEXIONISTA NA AQUISIÇÃO LEXICAL

Anelise de Souza Leite<sup>1</sup>

aneliseleite@bol.com.br

**RESUMO:** Este artigo apresenta o conexionismo como um novo paradigma para explicar a cognição humana e a aquisição do conhecimento. Baseado nos achados da neurociência, o paradigma conexionista dá novas explicações em relação ao cérebro humano, sua estrutura e seu processamento. Aprender e adquirir conhecimento deve-se a atividades neurais e sinapses que ocorrem entre os neurônios. Dessa forma, quando um aluno está aprendendo palavras novas, seu cérebro está envolvido liberando diversas substâncias químicas durante o processo, o que pode facilitá-lo ou torná-lo mais difícil.

**PALAVRAS-CHAVES:** conexionismo; cognição; aquisição do conhecimento; neurolingüística.

Os estudos da aquisição da linguagem têm sofrido inúmeras influências desde o surgimento da teoria comportamentalista. Vários estudiosos (entre eles, Chomsky, Vygotsky e Piaget, entre outros) contribuíram para o campo da lingüística.

Com o avanço das ciências e da tecnologia, foi possível lançar uma nova perspectiva sobre a aquisição do conhecimento. Máquinas e aparelhos modernos possibilitaram examinar o funcionamento do cérebro humano. A partir de então, surgiu a neurolingüística, ou seja, a “linguagem dos neurônios”. Assim, qualquer forma de aprendizado passa a envolver o funcionamento do cérebro humano. Ressonâncias magnéticas funcionais e tomografias computadorizadas ajudam os profissionais não só da saúde como da lingüística a desvendar o funcionamento cerebral e a aquisição do conhecimento. Drogas passaram a ser inventadas para intervir no funcionamento cerebral, como no caso do Mal de Alzheimer, doença degenerativa que destrói células cerebrais vitais, afetando o funcionamento mental, pensamento, fala e memória.

---

<sup>1</sup> Professora da rede pública de ensino e tutora do curso em EAD Letras Inglês pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS.

Na inteligência artificial, surgiram computadores e softwares que simulam como o cérebro humano aprende, analisa, armazena, recorda e perde a linguagem. Surge, então, um novo paradigma para a explicação da aquisição do conhecimento: o conexionismo .

O conexionismo apresenta-se como um paradigma de cognição que se coloca entre o behaviorismo e o simbolismo (POERSCH, 1998). Ele procura avançar em pontos em que os paradigmas anteriores não se apresentaram satisfatórios. A abordagem conexionista busca as explicações para a aquisição do conhecimento humano nos achados da neurociência, a partir de estudos sobre o sistema nervoso central (ROSSA, 2004). Portanto, tal abordagem atribui a aquisição do conhecimento às atividades do cérebro humano. Seidenberg e MacDonald (1999) acreditam que o aprendizado envolve informação cumulativa e aspectos estatísticos e probabilísticos da linguagem.

A fim de compreender como ocorre a aquisição do conhecimento de acordo com o paradigma conexionista, é importante saber como o cérebro humano é estruturado e que reações e processos ocorrem nele. Inicialmente ele é dividido em dois grandes hemisférios – o direito e o esquerdo. Estes são unidos por feixes de fibras nervosas, conhecidas como corpo caloso. Segundo Jensen (2002), cada hemisfério processa as informações de forma diferente. Conhecer a biologia do cérebro também é importante para compreender como a linguagem é processada. Segundo Christison (2002) é necessário saber a estrutura biológica que compõe o cérebro humano. Entre os principais elementos a ser considerados encontram-se os seguintes:

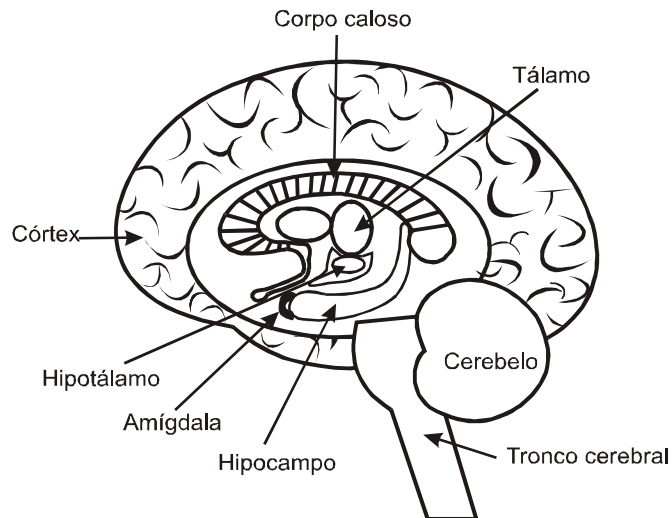
Tronco cerebral - responsável pela regularização de funções essenciais no corpo (respiração e batimento cardíaco são alguns exemplos) e também responsável pela produção de substâncias químicas, como a serotonina, que regulam o sono e a vigiância;

Cerebelo - responsável pela postura e por movimentos motores. Também acredita-se que traços de memória estão nele localizados, sendo, portanto, considerado o centro do pensamento;

Corpo caloso - parte do cérebro composta de centenas de milhares de nervos que conectam os dois hemisférios;

Neocortex - uma fina camada que cobre o cérebro, local onde ocorre o pensamento lógico e a tomada de decisão.

O sistema límbico localiza-se na zona central do cérebro. Ele é composto pela amígdala, responsável pela emoção e pelo hipocampo, que está envolvido no aprendizado e na memória. A fim de ilustração, temos a seguinte figura:



**Figura 1:** Encéfalo em corte longitudinal (Adaptação de JENSEN, 2002).

Além disso, os cientistas também dividem o cérebro em quatro grandes áreas chamadas lobos: frontal, parietal, temporal e occipital e cada um deles está relacionado às seguintes funções:

Lobo frontal (área anterior do cérebro) – responsável pelas funções de resolução de problemas e planejamento;

Lobo parietal (área superior da região média do cérebro) – responsável pelo processamento da linguagem e por funções sensoriais mais elevadas;

Lobo temporal (área inferior da região média do cérebro) - responsável pela audição, pela memória, pelo significado e pela linguagem;

Lobo occipital (parte posterior do cérebro) – responsável pela visão.

Cabe ainda salientar que a zona central do cérebro (também conhecida como sistema límbico), que inclui o hipocampo, o tálamo, o hipotálamo e a amígdala, representa vinte por cento do seu volume, sendo responsável por emoções, sono, atenção, regulação do corpo, hormônios, sexualidade, olfato e pela produção da maior parte das substâncias químicas encefálicas (JENSEN, 2002, p. 23). Este sistema tem um grande papel no aprendizado e na liberação de neurotransmissores que afetam diretamente a qualidade do aprendizado.

Uma das zonas a qual tem sido atribuída a função da memória é o hipocampo. Segundo Young e Concar (1992) e Potier, Billard e Dutar (2005) nessa zona cerebral realizam-se os processos relacionados à localização espacial e também à memória de

situações recentes. Por sua vez, a região conhecida como córtex seria responsável pelo “armazenamento”<sup>2</sup> de memórias mais duradouras. Ainda segundo Young e Concar (1992), essas zonas mantêm uma intensa ligação. Dessa forma, pode-se concluir que uma vez que a informação chega ao hipocampo, com o tempo e com o estímulo necessário ela pode passar para o córtex, o que explicaria como uma memória de curto prazo pode se tornar duradoura, ou como no caso do ensino, um conteúdo pode ser apreendido e mantido por mais tempo.

Apesar de certas áreas estarem mais predispostas a processarem um certo tipo de informação (exemplos são a área de Broca, responsável pela fala e a área de Wernicke, responsável pela compreensão da linguagem), para os conexionistas, o neurônio é o grande responsável pela transmissão do *input* recebido através da interação do ser humano com o ambiente. O cérebro humano contém bilhões dessas células nervosas dispostas em forma de rede (POERSCH, 2003 e POERSCH, 2005). A conexão entre os neurônios em redes de processamento em paralelo e as reações físico-químicas que acontecem entre os milhões de neurônios permitem a engramação do conhecimento. Da mesma forma, a aprendizagem se efetiva segundo a interligação neuronal.

Assim, o paradigma conexionista explica o armazenamento, o processamento e a recuperação dos dados. Segundo esse paradigma, a linguagem é aprendida através da experiência (POERSCH, 2003), ou seja, através da interação do indivíduo com o ambiente e também com outros indivíduos.

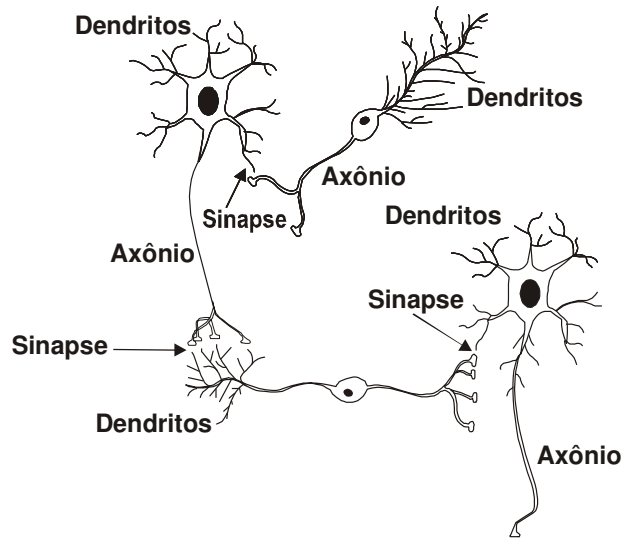
Para entender a aquisição e/ou aprendizagem da linguagem é necessário compreender o funcionamento e a ligação dessas células nervosas. O cérebro humano se compõe de uma estrutura - os neurônios - e de um processo - as sinapses. O aprendizado, segundo a visão conexionista, se dá através de mudanças físico-químicas entre as células nervosas. Estas estão estruturadas da seguinte forma:

O corpo celular ou soma contém todas as estruturas que realizam a manutenção da célula e juntos formam a massa cinzenta do cérebro. O axônio é a via de saída da informação processada pela célula, formando a substância branca do interior do cérebro (...). Os dendritos, por sua vez, são ramificações do corpo celular que funcionam como receptores das informações conduzidas pelo axônio de outros neurônios (cerebrais e corporais) (CIELO, 1998, p. 43).

---

<sup>2</sup> Utilizamos o termo *armazenamento* para facilitar a leitura, uma vez que o paradigma conexionista utiliza o termo *engramado*, que pode ser desconhecido pelo leitor.

Para ilustrar a anatomia de um neurônio e também as sinapses que são realizadas a partir da ligação inter-neuronal, apresentamos a gravura a seguir:



**Figura 2:** Os neurônios e as sinapses (Figura adaptada de JENSEN, 2002).

A informação entra através dos sentidos (visão, audição, por exemplo) e espalha-se por toda a rede. Durante o processamento da informação pelos neurônios ocorrem dois tipos de eventos: um elétrico e outro químico. O evento elétrico ocorre dentro do próprio neurônio no momento em que a informação passa pelo axônio, sendo assim um evento intraneuronal. O evento químico ocorre quando o estímulo elétrico, após entrar pelos dendritos e percorrer o axônio, chega aos ramos terminais. Entre esses ramos e os dendritos de outros neurônios há um espaço conhecido como membrana sináptica. O estímulo, ao encontrar essa membrana, sofre uma reação química na qual há explosões de vesículas e liberação de neurotransmissores que preenchem este espaço, realizando, então, a sinapse (ROSSA, 2004).

Quanto maior a força positiva da sinapse, mais marcada será a trilha neuronal. Essa “marcação” pode ocorrer com estímulos constantes e repetitivos com uma força específica, ou de uma única vez com uma força extremamente significativa. “Assim, os neurônios interligados que entram em atividade simultaneamente reforçam as suas sinapses e tendem a se ativar mutuamente para recriar (lembrar) o padrão original de processamento de determinada informação” (CIELO, 1998, p. 45). Por isso, aprender é alterar as forças das sinapses (YOUNG & CONCAR, 1992; JENSEN 2002).

Quando um estímulo entra e encontra uma trilha já marcada, a ativação dessa rede será responsável apenas pela recordação de uma informação. Isso ocorre quando temos contato com uma determinada palavra que já conhecemos: ao ler/escutar o vocábulo, é ativada uma rede que já está engramada no cérebro, portanto recordamos seu significado rapidamente. Entretanto, quando lemos uma palavra que não conhecemos e então precisamos procurar seu significado, os neurônios alteram as forças das sinapses, ocorrendo, então, o aprendizado.

Cabe salientar que o conceito, para o conexionismo, nunca está pronto, armazenado em um lugar específico do cérebro. Ele não existe como um todo, nem em seu significado, nem em sua expressão, sendo formado/ativado no momento em que se faz necessário, ou seja, *ad hoc*. Neste instante, então, todos esses traços que compõem o conceito são ativados e vêm à tona.

Assim, muitos pesquisadores conexionistas procuraram provar, através de simulações computacionais, que a linguagem pode ser aprendida. Ou seja, procuraram imitar o comportamento do cérebro através da construção de redes de neurônios artificiais simplificadas, que funcionam como uma forma similar ao cérebro real (SHANKS, 1993).

Apesar de os estudos com redes conexionistas estarem ainda em seus primórdios, algumas pesquisas já dão indícios da aplicabilidade desse paradigma. Plunkett (1997) realizou um estudo sobre a aquisição lexical à luz do paradigma conexionista. Em seu modelo, ele consegue simular a aquisição lexical por crianças. O computador apresentou as mesmas etapas de aprendizado lexical que uma criança: foi capaz de aprender de maneira auto-associativa, apresentou uma explosão de vocabulário e, também, uma assimetria entre compreensão e produção. Além disso, apresentou fenômenos de sub- e de superextensão.

Ferrari (2002) salienta que há vários aspectos envolvidos em relação ao aprendizado do léxico. Entre eles temos a interação do aprendiz com o meio, a freqüente exposição aos itens lexicais e a importância da emoção e da atenção. Tais aspectos podem interferir com mais ou menos força nas sinapses responsáveis pelo aprendizado. Quanto maior for a exposição do indivíduo a uma palavra, por exemplo, mais as sinapses se reforçam na rede. Dessa forma, o conexionismo parece ser muito eficiente nas situações formais de ensino, que buscam fazer com que o indivíduo, através do contato com uma língua, treinamento e reforço, possa aprendê-la. Contudo, apenas o treinamento e a exposição sozinhos não são suficientes para que ocorra aprendizado.

Fatores não diretamente ligados à cognição, como interesse, emoção e motivação, por exemplo, têm o poder de interferir no aprendizado tanto positiva como negativamente.

Bower (1992) acredita que eventos associados a fortes emoções tendem a ser aprendidos com maior facilidade. Além disso, o autor crê que eventos com uma carga emocional maior recebem uma prioridade maior em seu processamento e são recordados por mais tempo na memória, sendo, portanto, lembrados mais facilmente. Isso se deve ao fato de que a emoção pode alterar positivamente a força das sinapses, contribuindo para a engramação da informação. Assim, fatores como interesse e motivação são muito importantes no aprendizado e para a qual, o conexionismo apresenta explicações satisfatórias. Christianson & Loftus (apud BOWER, 1992) verificaram que a presença de um item não esperado e emocionalmente mais marcante em uma seqüência de cenas, tende a ser lembrado por muito mais tempo que cenas triviais, relacionadas a um único contexto.

As emoções proporcionam aos aprendizes um cérebro mais ativo e quimicamente estimulado, o que os ajuda a melhor recordar o que foi estudado, pois elas desencadeiam mudanças químicas que alteram os estados mentais e também o comportamento do indivíduo (JENSEN, 2002). Durante uma situação de estresse, por exemplo, há a liberação de substâncias chamadas cortisol, vasopressina e endorfina. A primeira, em um nível elevado, pode levar à morte de células nervosas do hipocampo. Além disso, neurônios sob estresse tendem a ter dendritos menores e em menor número, o que dificulta a comunicação com outros dendritos e o processo de sinapses como um todo. Por outro lado, quando o aluno se sente valorizado, seu cérebro libera neurotransmissores responsáveis pelo prazer, como a endorfina e a dopamina. Isso os ajuda a apreciar mais a atividade de aprendizado, fazendo-os se sentirem bem e mais receptivos.

O funcionamento adequado da atenção está relacionado não apenas à estimulação de muitos neurônios novos, mas também à supressão de informação irrelevante (JENSEN, 2002). Para o cérebro humano, é difícil manter um nível de atenção elevado e contínuo. Para tanto, ele leva um certo tempo para processar qualquer forma de aprendizado, o que inclui o tópico deste artigo – o léxico. Esse tempo dependerá da dificuldade da palavra e do nível de proficiência do aluno. Ou seja, não se pode processar tudo conscientemente, portanto o cérebro continua “atento”, processando a informação antes e depois de se estar consciente de sua atividade. Ainda, segundo o autor, “as sinapses são fortalecidas quando lhes é dado tempo para que as conexões

solidifiquem, porque não necessitam de responder a estímulos concorrentes” (JENSEN, 2002, p. 76).

Pelo que foi exposto acima, o paradigma conexionista lança uma nova luz sobre a aquisição e/ou aprendizado da linguagem humana. Dessa forma, os processos cognitivos são afetados por fatores físicos e químicos que ocorrem no cérebro humano. A partir da exposição e da interação com o meio, o indivíduo engrama em seu cérebro as experiências e informações recebidas. Assim, fatores químicos (como a transmissão de neurotransmissores) têm direta ligação na forma e na eficiência dessa engramação. Aprender, portanto, para o conexionismo, é ativar as redes neuronais já existentes e criar redes novas. Em outras palavras, é integrar conhecimento novo ao já existente, engramado no cérebro. Dessa forma, pode-se verificar que o armazenamento, o processamento e a recuperação do léxico estão diretamente relacionados com as bases físico-químicas do cérebro humano.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. BOWER, Gordon. How might emotions affect learning? In: CHRISTIANSON, Sven-Åke. **The handbook of emotion and memory: research and theory**. Nova Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1992. p. 3-32.
2. CHRISTISON, ManyAnn. Brain-based research and language teaching. **Forum**, Estados Unidos, v. 40, n. 2, abr. 2002.
3. CIELO, Carla Aparecida. A flexibilidade do paradigma conexionista. **Letras de Hoje**, n. 112, 1998, Porto Alegre. P. 43-49.
4. CIELO, Carla Aparecida. Processamento cerebral e conexionismo. In: ROSSA, Carlos; ROSSA Adriana. **Rumo à Psicolinguística Conexionista**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004.
5. CLARK, Eve. What's in a word? On the child's acquisition of semantics in his first language. In: MOORE, T. E. (ed), **Cognitive development and the acquisition of language**. New York: Academic Press, 1973.
6. FERRARI, Magaly. **Ampliação e reforço do vocabulário em língua estrangeira através da narração e da leitura de histórias infanto-juvenis**. Porto Alegre: PUC, 2002. Dissertação (Mestrado em Linguística Aplicada), Faculdade de Letras, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2002.



7. JENSEN, Eric. **O cérebro, a bioquímica e as aprendizagens** – um guia para pais e educadores. Porto: ASA, 2002.
8. MCLEOD, Peter; PLUNKETT, Kim; ROLLS, Edmund T. **Introduction to Connectionist Modelling of Cognitive Processes**. Estados Unidos: Oxford University Press, 1998. p. 178-209.
9. NATION, Paul; COADY, J. Vocabulary and reading. In: CARTER, R; MCCARTHY, M. (ed.). **Vocabulary and language teaching**. London: Longman, 1988. p. 97-110.
10. NATION, I. S. P. **Learning vocabulary in another language**. Cambridge : Cambridge University Press, 2001.
11. NATION, Paul. **Como estruturar o aprendizado de vocabulário**. Traduzido por Cristiane Arruda. São Paulo: Special Book Services, 2003. Tradução de: Managing vocabulary learning.
12. PLUNKETT, Kim. Abordagens conexionistas da aquisição da linguagem. In: FLETCHER, Paul; MACWHINNEY, Brian. **Compêndio da linguagem da criança**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.
13. PLUNKETT, Kim. O conexionismo hoje. In: POERSCH, J. M. (org), **Psicolinguística: ciência e arte**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2000. p. 109-122.
14. POERSCH, José Marcelino. Contribuições do paradigma conexionista na obtenção do conhecimento lingüístico. **Anais do 4º Encontro Nacional sobre Aquisição da Linguagem**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 1998. p. 35-62.
15. POERSCH, José Marcelino. A apropriação do saber lingüístico: uma visão conexionista. **Anais do 1º Encontro Internacional sobre Aquisição da Linguagem**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2001. p. 399-432.
16. POERSCH, José Marcelino. How can unity of content be obtained from diversity of expressions: from symbolism to connectionism: In: SCLIAR-CABRAL, Leonor, **Unity and diversity in communication**. Florianópolis: DAUFSC, 2002. p. 83-100.
17. POERSCH, José Marcelino. Simulações conexionistas: a inteligência artificial moderna. **Linguagem em (Dis) curso**, Tubarão, v. 4, n. 2, 2003.
18. POERSCH, José Marcelino. A new paradigm for learning language: connectionist artificial intelligence. **Linguagem & Ensino**, v. 8, n. 1, p. 161-183, jan./jun. 2005.
19. POTIER, Brigitte, BILLARD, Jean-Marie, DUTAR, Patrick. Arquivo cerebral. **Viver Mente&Cérebro** – Edição Especial Memória, São Paulo, n. 2, p. 14-21, 2005.

20. ROSSA, Carlos Ricardo. O paradigma conexionista. In: ROSSA, Carlos; ROSSA Adriana. **Rumo à Psicolinguística Conexionista**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004.
21. RUMELHART, D.E & MCCLELLAND, J.L. On learning the past tense of English verbs. In: J.L. McClelland, D.E. Rumelhart, and the PDC Research group, **Parallel distributed processing: explorations in the microstructure of cognition**, v. 2. Cambridge: The MIT Press, 1986. p. 216-271.
22. SEIDENBERG, Mark; MACDONALD, Maryellen C. A probabilistic constraints approach to language acquisition and processing. **Cognitive Science**, v. 23, n. 4, 1999.
23. SHANKS, David. Breaking Chomsky's rules. **New Scientist**, Londres, p. 1-5, 1993.
24. SMOLENSKY, Paul. On the proper treatment of connectionism. **Behavioral and Brain Sciences**, Cambridge, v.11, p.1-74,1988.
25. STEFAN, Heloísa. Vygotsky e o conexionismo na formação de conceitos. **Anais do 1º Encontro Internacional sobre Aquisição da Linguagem**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2001. p. 417-424.
26. TEIXEIRA, João de Fernandes. **Mentes e máquinas**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998, p. 83-117.
27. YOUNG, Stephen; CONCAR, David. These cells were made for learning. **New Scientist**, Londres, p. 2-8, 1992.

**RESUMO:** Este artigo apresenta o conexionismo como um novo paradigma para explicar a cognição humana e a aquisição do conhecimento. Baseado nos achados da neurociência, o paradigma conexionista dá novas explicações em relação ao cérebro humano, sua estrutura e seu processamento. Aprender e adquirir conhecimento deve-se a atividades neurais e sinapses que ocorrem entre os neurônios. Dessa forma, quando um aluno está aprendendo palavras novas, seu cérebro está envolvido liberando diversas substâncias químicas durante o processo, o que pode facilitá-lo ou torná-lo mais difícil.

**PALAVRAS-CHAVES:** conexionismo; cognição; aquisição do conhecimento; neurolinguística.

**ABSTRACT:** This article presents connectionism as a new paradigm to explain cognition and knowledge acquisition. Based on neuroscience findings, the connectionist paradigm gives new explanations concerning the human brain, its structure and its processing. Learning and knowledge acquisition are due to neural activities and synapses that occur among neurons. Thus, when a student is learning new words, his or her brain is involved delivering many chemical substances during this process, which can facilitate or make the learning process harder.

**KEYWORDS:** connectionism; cognition; knowledge acquisition; neurolinguística.

Recebido no dia 05 de junho de 2008.

Artigo aceito para publicação no dia 20 de julho de 2008.