

## CONHECIMENTO - uma visão conexionista

Justina Faccini Lied\*

---

**RESUMO:** O texto enfoca o conhecimento dentro de uma visão conexionista. Ele apresenta uma breve descrição do paradigma conexionista, define o conhecimento e divide o mesmo em duas dimensões. Ele também explica como o conhecimento está organizado e representado no cérebro.

**Palavras-chave:** Conexionismo; conhecimento; tipos de conhecimento; organização do conhecimento; representação do conhecimento.

---

### INTRODUÇÃO

A Linguística Cognitiva tem procurado estudar os aspectos lingüísticos relacionados ao armazenamento, processamento e recuperação do conhecimento. Para descrever este processo, vários paradigmas servem de base, entre eles, o behaviorismo e o simbolismo. Entretanto, atualmente, o paradigma que está se interpondo é o conexionismo.

O paradigma conexionista tem encontrado muitos simpatizantes por ser o que melhor explica os processamentos mentais, baseado em configurações estabelecidas *ad hoc* nas redes neuronais, pleiteando a elaboração de configurações internas com base em processamento de distribuição em paralelo.

---

\* Professora da UNIVATES. Mestre em Linguística Aplicada pela PUCRS.

Além de abordar o paradigma conexionista, este artigo faz um estudo sobre o conhecimento, definido em termos de seu formato de representação e de organização, considerando-se que ele pode ter representação analógica ou proposicional e ser abstrato ou concreto. Os conceitos são tratados em termos de atributos ou traços e organizados de forma simples ou complexa. Várias pesquisas procuraram definir a tipologia do conhecimento. Aqui, adota-se uma divisão dual, concebendo o conhecimento como declarativo e procedimental.

Como dentro do conexionismo, utilizam-se modelos computadorizados para estudar como o conhecimento se processa na mente, é feita uma descrição do modelo de processamento paralelo distribuído, considerado o melhor modelo desenvolvido até o momento, para explicar o processamento do conhecimento na mente.

### **O CONEXIONISMO**

A ciência cognitiva é definida como o estudo da inteligência e seus processos computacionais em humanos, computadores e abstratos. Para melhor compreender a ciência cognitiva, é preciso fazer referências às disciplinas que contribuíram para a sua formação, entre elas, a Psicolinguística Experimental e Cognitiva, a Inteligência Artificial, a Linguística, a Filosofia, entre outras.

A inteligência deve ser julgada pela sua habilidade em desenvolver tarefas intelectuais, independente da natureza do sistema físico que demonstra esta habilidade. A Linguística Cognitiva tem por objeto o estudo dos aspectos lingüísticos que se relacionam com o armazenamento, processamento e recuperação do conhecimento. Vários paradigmas tentaram, por vários anos, explicar como ocorre este armazenamento, processamento e recuperação. Para o paradigma behaviorista interessava o estímulo e a resposta, concebendo a linguagem como um comportamento verbal. Para o paradigma

simbólico, interessava saber o que acontecia dentro da caixa preta, a partir de uma divisão entre mente e cérebro.

Foi então que surgiu outro paradigma, ou seja, o conexionismo, que queria ver o que realmente acontecia na "caixa preta", iniciando um mapeamento das transformações ocorridas na mente. Em 1986, o conexionismo recebeu um reforço a partir dos estudos de Rumelhart e McClelland.

Segundo Poersch (1998), o paradigma conexionista constitui um modelo de cognição que se interpõe entre o behaviorismo e o simbolismo. Ele procura explicar os processos mentais com base em configurações estabelecidas *ad hoc* nas redes neuronais e pleiteia a elaboração de configurações internas, com base em processamento de distribuição em paralelo.

Para este paradigma, adquirir conhecimento é estabelecer novas conexões neuronais. Ele difere do behaviorismo pelo fato de analisar a "caixa preta", ou seja, os processos que ocorrem entre os dados de entrada e os dados de saída. Difere do simbolismo por reavaliar a representação mental e a distinção entre mente e cérebro. De acordo com o paradigma conexionista, o que tem existência própria é o cérebro. A mente não tem existência *in se*. Ela consiste na atividade que se processa no cérebro, não existindo, desta forma, duas entidades distintas para mente e cérebro. O cérebro, então, é o lugar onde os processos, que são denominados de mente, ocorrem.

O paradigma conexionista tenta simular o cérebro como um caminho para simular a atividade mental, pois ele não se contenta com as hipótese conjeturadas pelo simbolismo. O conexionismo quer ver o que acontece dentro da caixa preta. Para isso, baseou-se na neurobiologia, que estuda o cérebro usando raio X, tomografia computadorizada e ressonância magnética, aparelhos que têm condições de fotografar mudanças de conexões do cérebro de acordo com as mudanças de ações. O cérebro é uma rede neuronal onde tudo

acontece através das conexões neuroniais. Já que a mente não tem existência própria, pois funciona no cérebro, não existe, no conexionismo, a distinção feita pelo simbólico entre mente e cérebro.

Segundo o conexionismo, a aprendizagem está diretamente vinculada a mudanças sutis nas conexões neuroniais, isto é, o conhecimento não é armazenado em símbolos, mas sim, em engramas, padrões específicos de atividade elétrica que ocorrem nas sinapses interneuroniais.

Esse paradigma trouxe importantes contribuições para o aprendizado da língua, pois, ao invés de procurar delimitar as regras que governam o comportamento humano, ele descreve como as redes neuroniais interagem para produzir o comportamento. Cada vez que um estímulo – *input* – ativar determinados neurônios ao mesmo tempo, a conexão entre essas células nervosas tornar-se-á mais forte, estabelecendo uma rede (engrama). Sempre que um desses neurônios receber um estímulo, a rede como um todo será ativada, reinstanciando a informação – *output*.

Segundo Chiele (1998), o sistema nervoso exerce quatro grandes funções: coletar informação; processar (codificar), integrar e armazenar essa informação; recuperar a informação armazenada e produzir uma resposta motora; e gerar comportamento adequado a cada situação. Todo o comportamento humano, portanto, constitui uma resposta do organismo a um determinado estímulo interno ou externo, ou seja, decorre de interconexões neuroniais.

Na perspectiva conexionista, a aprendizagem se realiza segundo a forma como os neurônios se interligam e se comunicam no cérebro. O cérebro seria a união da estrutura (neurônios) e do processo (sinapses, reforço das sinapses, seqüência das sinapses). O mais importante disso é que o cérebro processa informações usando redes de neurônios, ou seja, células que se comunicam umas com as outras pela transmissão de impulsos elétricos por fios denominados axônios.

O paradigma conexionista explica a aprendizagem como resultado do ajuste da força das sinapses entre neurônios no cérebro. Esta afirmação é sustentada pelos pesquisadores conexionistas que desenvolvem simulações em computador, procurando reproduzir os mecanismos da aprendizagem.

Simulações já realizadas mostram que é possível explicar o aprendizado da sintaxe sem requerer a postulação de um sistema de regras inatas. Pôr conseguinte, a aquisição de uma regra seria resultado do reforço das sinapses, ou seja, quanto mais uma ligação é repetida, mais esse caminho é reforçado, ou seja, engramado, e mais facilmente será lembrado. Isso equívale a dizer que não existem regras na natureza, pois as regras são formuladas a partir da regularidade observada.

Segundo Cielo (1998), considera-se, ainda, como principal característica das redes neuronais numa visão conexionista, o fato de as unidades não conterem significado em si mesmas. Deste modo, acredita-se que a representação de um conceito pode ser armazenada de maneira distribuída, ao longo da rede, através de um padrão de ativação entre as unidades sendo que o resultado disso é que se pode pensar em coisas diferentes, utilizando-se as mesmas conexões, porém, com combinações diferentes entre elas.

Outra característica importante é o fato de as representações do conhecimento serem construídas *ad hoc*, isto é, elas ocorrem no momento em que se precisa delas. Essas conexões são construídas com base nas unidades mínimas, sem significado em si mesmas, localizadas nas sinapses neuronais. Tais sinapses são ativadas ao mesmo tempo, em forma de redes, formando um padrão de ativação elétrica correspondente à ativação da informação que se necessita. Esse padrão distribuído permite que a representação parcial de uma unidade seja suficiente para resgatar toda a unidade.

Poersch (1998) afirma que esse paradigma é um auxiliar poderoso na explicação de diferentes análises e explicações lingüísticas, como, por exemplo, a análise lexical, a aquisição do léxico e da sintaxe, a explicação de interferências lingüísticas, a reavaliação dos processos cognitivos envolvidos na aquisição do código escrito e dos processos cognitivos envolvidos nas atividades de tradução e o redimensionamento da inteligência artificial com a utilização de programas computacionais que favorecem a utilização de um processo de distribuição em paralelo.

A maioria dos modelos conexionistas apresentam propriedades tais como: a memória do sistema consiste de uma rede de unidades de processamento simples unidas por conexões às quais são atribuídos pesos; o comportamento das unidades baseia-se no comportamento dos neurônios cujo padrão de ativação momentâneo das unidades corresponde à memória de curto prazo nos modelos tradicionais; o conjunto de pesos nas conexões da rede corresponde à memória de longo prazo em outros modelos; o processamento é paralelo, pois no cérebro a atividade ocorre simultaneamente em diversos lugares; o controle é distribuído, ou seja, não existe um executivo central, nem existem regras a serem executadas.

Muitas das conclusões a que se chegou até o momento se devem a inúmeros estudos e propostas de autores de paradigmas anteriores, tanto do behaviorismo quanto do simbolismo, os quais, na época, deram explicações plausíveis para muitas proposições. Porém, atualmente, apesar de ser uma teoria recente e de necessitar muitos estudos posteriores, pois apresenta alguns problemas, a teoria conexionista parece ter explicações mais claras e reais sobre o assunto.

## **2 O CONHECIMENTO**

Os psicólogos, geralmente, tendem a rotular o conhecimento como se fosse informação representada mentalmente com um formato, com lugar específico e estruturada ou organizada de alguma forma específica. Segundo Eysenck e Keane (1995), o conhecimento pode ser caracterizado ao longo de duas dimensões importantes. A primeira pode ser considerada em termos de seu formato de representação, análogo ou proposicional; a segunda, sobre a forma em que o conhecimento está organizado.

As entidades são representadas mentalmente, sendo que os diferentes códigos simbólicos podem ter duas distinções: as representações analógicas e as representações proposicionais. As proposições são entidades semelhantes à linguagem e são abstratas, enquanto as representações analógicas têm propriedades analógicas e especiais. Normalmente, os pesquisadores pensam os conceitos como unidades atômicas e a combinação destas unidades básicas de várias formas para formarem estruturas mais complexas, semelhantes às moléculas.

Os conceitos podem ser tratados em termos de atributos ou traços e testados nas teorias de verificação e classificação; porém, podem também ser examinados em termos de organização complexa, isto é, relações e esquemas, e tratados em termos da diversidade de relações entre os conceitos. Um conceito é um conjunto de atributos de definição, podendo ser alterado em função do contexto em que ele aparece. Portanto, os conceitos são instáveis na medida em que informações diferentes são incorporadas na representação de um conceito em diferentes situações.

Já a intenção de um conceito é composta pelo conjunto de atributos que define o que é necessário para ser um membro daquele conceito, e a extensão é o conjunto de entidades que são membros daquele conceito. Por exemplo, a intenção do conceito "solteiro"

poderia ser um conjunto de atributos, por exemplo: sexo masculino, não casado, adulto; ao passo que a extensão do conceito é o conjunto completo de todos os solteiros no mundo, desde o papa ao vizinho.

As representações analógicas não são individuais; podem representar implicitamente as coisas; têm regras de combinação não muito rígidas e são concretas no sentido de que estão ligadas a uma modalidade específica dos sentidos. As representações pictóricas e lingüísticas são abstratas, individuais, explícitas e combinam-se de acordo com regras.

As representações proposicionais são entidades explícitas, individuais e abstratas, que representam objetos e relações conceituais de uma maneira que não é específica a qualquer língua ou qualquer modalidade. Elas constituem uma mentalização universal, amodal, um código básico com o qual todas as atividades cognitivas são realizadas. Sendo mentalização abstrata, representam o conteúdo ideacional, independentemente de sua fonte de origem, em qualquer língua ou em qualquer um dos sentidos.

Estas representações normalmente são expressas utilizando aspectos do cálculo de predicados, um sistema lógico que é uma especialização de um outro sistema lógico, o cálculo proposicional. As proposições são inespecíficas, enquanto os modelos mentais e as imagens são vistos como sendo específicos, analógicos e concretos.

## **2.1 TIPOS DE CONHECIMENTO**

Devido à diversidade, à amplitude e à individualidade do conhecimento humano, os pesquisadores tentaram fazer amplas divisões entre os diferentes tipos de conhecimento. A proposta aqui é trabalhar com o conhecimento declarativo e o procedimental. É importante considerar que esta tipologia pode ser mutável, pois necessita-se de mais estudos para chegar-se a um entendimento mais aprofundado sobre o assunto.

Por conhecimento declarativo entende-se o que pode ser verbalizável, o que posso declarar, enquanto o conhecimento procedimental é manifestável através do comportamento, que, via de regra, não pode ser formulado explicitamente. O conhecimento procedimental é o conhecimento sobre como fazer as coisas, o que freqüentemente é difícil de ser expresso. Uma pessoa pode saber andar de bicicleta sem cair, mas não consegue descrever como é que consegue fazer isto, é um exemplo de conhecimento procedimental. Descrever o que é uma bicicleta, que tem rodas, direção, campainha, faz parte do conhecimento declarativo.

Finalmente, os dois tipos de conhecimento mencionados acima, tanto o conhecimento declarativo, que pode ser expresso ou declarado, quanto o conhecimento procedimental, que é o conhecimento freqüentemente difícil de ser expresso, fazem parte do saber cognitivo desenvolvido pelo indivíduo ao longo de sua vida.

## **2.2 A ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO**

Muitas tentativas foram feitas por vários pesquisadores para tentar caracterizar a organização do pensamento, porém nem todos os pesquisadores adotaram a mesma abordagem para explicar esta organização. Desta forma, os temas das pesquisas nesta área da lingüística cognitiva podem ser segmentados de diversas maneiras.

Segundo Eysenk e Keane (1995), na maior parte da história recente da psicologia cognitiva, pode distinguir-se os pesquisadores que se ocuparam com a organização simples ou com a organização complexa do conhecimento. A organização simples enfoca como as diferentes entidades podem ser agrupadas juntas sob um conceito comum, por exemplo, por que consideramos que o vira-lata do vizinho e o ganhador do Crufts são instâncias da mesma categoria: cachorro, e como, hierarquicamente, estas categorias se relacionam umas com as outras, por exemplo, por que as categorias cachorro e gato são

subordinadas a um conceito mais generalizado de: animal. A organização complexa concentrou-se na maneira como grandes agrupamentos e conceitos se estruturam e são utilizados pelas várias tarefas cognitivas complexas.

A pesquisa sobre a organização simples tende a investigar os conceitos dos objetos como cachorro, passarinho, cadeira, mobília. Ela tem sido marcada por várias posições teóricas, como também examinou conceitos relacionais, como, por exemplo: bater, fazer, dar, mesmo que em menor grau. Já na organização complexa, a ênfase predominante tem sido sobre a estrutura de conhecimentos dos eventos diários e a organização de seqüências destes eventos em planos ou outras estruturas preditivas de conhecimento. Estas estruturas de conhecimento geralmente recebem uma variedade de nomes interessantes, como, por exemplo: esquemas, roteiros, quadros, etc.

### **2.3 A REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO**

As redes conexionistas são sistemas complexos de unidades simples que se adaptam ao seu meio ambiente. Alguns deles têm milhares de unidades, mas mesmo aqueles que têm apenas algumas poucas podem apresentar um comportamento complexo. Seu processamento ocorre em paralelo e de forma interativa, distinguindo-se do processamento serial utilizado pela Inteligência Artificial Simbólica.

As representações distribuídas são constituídas de várias unidades sendo que um nó ou unidade pode fazer parte de diferentes representações. No caso, a interpretação é possível, considerando-se um conjunto de unidades. Dentro do conexionismo, representar significa estabelecer relações entre unidades ou relações que podem ser expressas matematicamente na forma de um conjunto de equações.

Os conexionistas utilizam modelos computadorizados que são compostos por redes de unidades semelhantes a neurônios. Por isso, os esquemas conexionistas podem representar informação sem recorrer a entidades simbólicas como as proposições, sem ter que utilizar grandes conjuntos de regras proposicionais explícitas e oferecem a possibilidade de teorias da cognição que mapeiam diretamente aspectos detalhados do substrato neurofisiológico. Os modelos de processamento paralelo distribuído (PDP) ou redes conexionistas fornecem uma maneira cada vez mais influente de estudar-se o aprendizado e a memória humana. Entende-se por paralelo a ocorrência de mais de um processo acontecendo ao mesmo tempo e por processamento distribuído o processamento que está acontecendo em várias localizações diferentes.

A representação distribuída é a representação em que as unidades representam pequenas entidades semelhantes a características, e o padrão como um todo é uma unidade significativa de análise. Seu princípio essencial é que itens diferentes correspondem a padrões alternativos de unidade dentro dos mesmos conjuntos de unidades.

De acordo com o modelo proposto por McClelland (1986), supõe-se que a informação sobre uma pessoa, um objeto ou um evento é armazenada ao longo de várias unidades interconectadas ao invés de em um único lugar. Assim, por exemplo, você pode ter um amigo cujo nome é João, que é um psicólogo, com 45 anos de idade, casado, duas crianças. De acordo com o modelo PDP, cada uma destas unidades de informação sobre João estão armazenadas como unidades separadas. O aprendizado envolve aumentar a intensidade das conexões entre uma ou mais destas unidades, o que então ativa outras unidades e recria o nosso conhecimento de João. Ele também supõe que cada unidade está envolvida na representação de vários indivíduos e objetos diferentes.

O conceito de que o conhecimento sobre uma pessoa ou objeto está distribuído ao longo de várias unidades ao invés de estar concentrado em um único traço de memória significa que o sistema, muitas vezes, poderá funcionar razoavelmente bem, mesmo que uma unidade esteja danificada ou que informações errôneas tenham sido acrescentadas a elas. O protótipo é representado pelos atributos característicos, ou seja, não existem atributos de definição, mas apenas atributos característicos que têm diferentes pesos ou diferentes graus de importância dentro do conceito. Um objeto é considerado como sendo um membro da concepção se os seus atributos se igualam àqueles atributos do protótipo, acima de algum limiar. Por exemplo, o protótipo da categoria móveis poderia ser o exemplar cadeira ou um conjunto de exemplares como cadeira, mesa, cama. Um objeto é um membro de uma categoria na extensão em que ele se assemelha a estes melhores exemplos do conceito.

As representações distribuídas têm várias propriedades: uma delas é endereçável pelo conteúdo, isto é, refere-se ao fato de que, aparentemente, qualquer parte de um evento ou cena no passado poderá levar à recuperação pela memória. Igualmente, nas representações distribuídas, uma representação parcial de uma entidade é o suficiente para restaurar toda a entidade. A outra propriedade permite uma generalização automática, ou seja, de uma forma que é relacionada com a propriedade de ser endereçável pelo conteúdo, padrões que são semelhantes produzirão reações semelhantes.

Segundo Gasser (1990), o modelo distribuído do conexionismo é considerado como o que melhor explica o aprendizado, por apresentar características como robustez e degradação hábil, pois o sistema não falha quando os *inputs* são incompletos ou mesmo quando parte da rede é destruída; as representações são categorizadas, pois evoluem continuamente, à medida que o sistema aprende e os conceitos são combinados livremente; têm tamanho de memória fixa,

pois a aquisição de novo conceito não exige, necessariamente, novas unidades ou conexões, uma vez que o conhecimento é compartilhado nas conexões do sistema; a generalização é automática, pois as conexões são feitas em diferentes níveis de abstração e entre as fontes múltiplas do conhecimento, pois os sistemas conexionistas funcionam através da informação integrada, sob a forma de ativação distribuída em paralelo, em muitas partes da rede de uma só vez.

### **CONCLUSÃO**

Este trabalho tentou fazer um breve relato de como o conhecimento se processa na mente dentro de uma visão conexionista. Muitas perguntas, até hoje sem respostas, necessitam de estudos mais aprofundados.

No momento, acredita-se que o conexionismo tem sido o paradigma que tem oferecido dados mais concretos e plausíveis sobre o processamento do conhecimento na mente, já que a mente não tem existência por si, pois quem tem existência própria é o cérebro, que é onde a mente se processa.

Conseguir desenvolver uma definição para o conhecimento não é tarefa fácil, porém fica claro que as representações analógicas e proposicionais são as entidades que definem como as atividades cognitivas são realizadas. Da mesma forma, a tipologia do conhecimento adotada aqui como declarativa e procedimental exemplifica, objetivamente, o que pode ser expresso e descrito do que é difícil de ser expresso ou descrito, como, por exemplo, o objeto "bicicleta" e a habilidade de "andar de bicicleta".

A abordagem adotada neste trabalho quanto à organização do conhecimento é a abordagem que faz uma distinção entre a organização simples e complexa do conhecimento. A simples enfoca as entidades agrupadas sob um conceito comum e a organização

complexa enfoca como os agrupamentos e conceitos se estruturam e são utilizados em várias tarefas cognitivas, como, por exemplo, um conceito geral e um específico.

Por fim, a descrição do modelo de processamento paralelo distribuído focado neste trabalho dá indícios de que muito se avançou na criação e desenvolvimento de métodos simuladores do processamento do conhecimento humano, porém muita coisa ainda há de ser feita para que se chegue a um modelo de simulação semelhante ao cérebro.

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

BROWN, Gillian; YULE, George. **Discourse Analysis**. Cambridge: Cambridge University Press, 1984.

EYSENK, Michael W.; KEANE, Mark T. **Psicologia Cognitiva: um manual introdutório**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1995.

GASSER, Michael. **Connectionism and SLA**. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.

HAYKIN, Simon, **Neural networks**. New York: MacMillan, 1994.

MINSKY, Marvin, A framework for representing knowledge. In: Haugeland, J. (Ed.). **Mind design**. Cambridge: MIT Press, 1981.

POERSCH, José Marcelino; CIELO, C., GABRIEL, R.; CHIELE, L. K. Contribuições do paradigma conexionista na obtenção do conhecimento lingüístico. In: LAMPRECHT, Regina R. **Anais do IV Encontro Nacional sobre Aquisição da Linguagem**. Porto Alegre, EDIPUCRS, 1998.

\_\_\_\_\_. **Reading: a simultaneous recall and learning process**. 12. Congresso Mundial de Lingüística Aplicada; Japão, Universidade de Waseda, 1999.

RUMELHART, D. E.; MCCLELLAND, J. L. On learning the past tense of English Verbs. In McClelland, J. L.; Rumelhart, D. E. (Ed.). **Parallel distributed processing: explorations in the microstructure of cognition**. Cambridge: Mit Press, 1986, v. 2.

TEIXEIRA, João de Fernandes. **Mentes e máquinas**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

**ABSTRACT:** The text focuses on knowledge in a connectionist perspective. It presents a brief description of connectionism, defines knowledge and divides it into two dimensions. It also explains how knowledge is organized and represented in the brain.

**Key-words:** Connectionism; knowledge; knowledge types; knowledge organization; knowledge representation.

