

# Aspectos Cognitivos na Representação da Informação na Web: as sete áreas do conhecimento

---

Gercina Ângela de Lima<sup>1</sup>

Patrícia Nascimento Silva<sup>2</sup>

## Resumo:

A Ciência Cognitiva estuda o que é o conhecimento e como ele pode ser representado e manipulado nas suas mais diversas formas. O processo de como a mente processa a informação é chamado de Cognição e os processos cognitivos são os procedimentos que usamos para desenvolver nossas capacidades intelectuais e emocionais, adicionar novos conhecimentos e, com base neles, tomar decisões. A internet fornece acesso a um volume incomparável de informações com custos de tempo que são de ordem de magnitude menores do que aqueles necessários para a mídia de impressão tradicional. Nessa perspectiva, a World Wide Web (WWW), criada por Berners-Lee, em 1989, é a mais recente adição a uma linha de processamento de informações e tecnologias que tem uma relação sinérgica com a inteligência humana. Portanto o objetivo deste estudo é verificar em que áreas da Web a cognição possui um papel fundamental para a representação da informação e como isso se manifesta. Esta pesquisa se caracteriza como exploratória e descritiva, em que se realizou um levantamento bibliográfico para identificar a cognição na web e possíveis relações com outras áreas. Foi identificado que uma das principais deficiências da Web Semântica é sua falta de plausibilidade cognitiva. A noção de representação ocupa um lugar central nas Ciências Cognitivas e a comunicação humana depende cada vez mais da intermediação das interfaces digitais. Dessa forma, a importância da cognição para a Web relaciona-se com sete áreas de estudo que consideram os aspectos cognitivos para a representação da informação na Web Semântica, a saber: processamento da informação, interação humano computador, inteligência artificial, computação cognitiva, modelos mentais, web design e visualização da informação. Observou-se que as áreas estão relacionadas na medida em que compartilham desafios e técnicas da área da Computação e das Ciências Cognitivas, por terem como objetivo comum a compreensão da mente como um dispositivo de processamento de informações.

**Palavras-chave:** Cognição; Web Semântica; Representação do Conhecimento; Tecnologias da informação.

---

<sup>1</sup>Professora Titular da Escola de Ciência da Informação da UFMG, Belo Horizonte, MG, Brasil / Coordenadora do Grupo de Pesquisa MHTX / e-mail: limagercina@gmail.com / Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3183050056105009/> Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0735-3856>

<sup>2</sup>Professora do Departamento de Organização e Tratamento da Informação da UFMG, Belo Horizonte, MG, Brasil. Professora do Programa de Pós-Graduação em Gestão & Organização do Conhecimento da UFMG. e-mail: patricians@ufmg.br/ Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1807279435788513/> Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2405-8536>

## *Cognitive aspects in the representation of information on the web: the seven areas of knowledge*

### **Abstract:**

Cognitive Science studies what knowledge is and how it can be represented and manipulated in its most diverse forms. The process of how the mind processes information is called Cognition and cognitive processes are the procedures we use to develop our intellectual and emotional capacities, add new knowledge and make conscious decisions from that knowledge. The internet provides access to an unrivaled volume of information at time costs that are orders of magnitude less than those required for traditional print media. From this perspective, the World Wide Web (WWW), created by Berners-Lee in 1989, is the most recent addition to a line of information processing and technologies that have a synergistic relationship with human intelligence. Therefore, the objective of this study is to verify in which areas of the Web cognition plays a fundamental role in the representation of information, and how this manifests itself. This research is characterized as exploratory and descriptive, in which a bibliographic survey was carried out to identify cognition on the web and possible relationships with other areas. It was identified that one of the main shortcomings of the Semantic Web is its lack of cognitive plausibility. The notion of representation occupies a central place in Cognitive Sciences and human communication increasingly depends on the intermediation of digital interfaces. In this way, the importance of cognition for the Web is related to seven areas of study that consider the cognitive aspects for the representation of information in the Semantic Web, namely: information processing, human-computer interaction, artificial intelligence, computation cognitive, inspired web, design models and information visualization. Note that the areas are related, as they support challenges and techniques from the area of Computing and Cognitive Sciences, as they have the common goal of understanding the mind as an information processing device.

**Keywords:** Cognition; Semantic Web; Information representation. Information Technologies.

## **1 INTRODUÇÃO**

A ideia da cognição humana pauta-se no princípio de "resolução de problemas". A mente tem a habilidade para representar a realidade que, parcialmente ou no todo, corresponde ao mundo exterior, seja ele composto de objetos, seja de eventos. Disso infere-se que a cognição se apresenta sob a forma de representações (conhecimentos estabilizados na memória e suas interpretações) e por meio do processamento das informações (processos voltados para a compreensão e a ação).

Dessa forma, no processo de comunicação, as atividades cognitivas influem tanto na entrada como na saída da informação e dependem da maneira como usamos nossa mente, de como se dá nosso processo de abstração mental. A cognição humana é essencialmente organizada como uma rede semântica, na qual os conceitos são ligados pelas associações. Com o desenvolvimento da informática, o modelo da mente humana começou a ser aplicado ao computador e, mais recentemente, a diversos dispositivos tecnológicos.

Essa ideia de redes de memória associativa teve início com Bush (1945, p. 243), quando ele tentou criar um sistema de informações que operava associativamente com a mente: “Com um item em seu poder, ela [a mente] aceita instantaneamente o próximo que é sugerido pela associação de pensamentos, de acordo com alguma intrincada teia de trilhas mantidas pelas células do cérebro [...]”. Como se pode observar, o modelo da mente humana foi aplicado ao computador desde o começo do desenvolvimento da informática. O cérebro e a mente humana têm sido comparados ao disco rígido (*hard drive*) e softwares, respectivamente: “O cérebro é somente um computador digital e a mente é somente o programa de computador” (SEARLE, 1984, p. 20).

Nessa perspectiva, a World Wide Web, criada por Berners-Lee, em 1989, é a mais recente adição a uma linha de processamento de informações e tecnologias que tem uma relação sinérgica com a inteligência humana. A web fornece acesso a um volume incomparável de informações com custos de tempo que são de ordem de magnitude menores do que aqueles necessários para a mídia de impressão tradicional. Assim, pode-se dizer que o advento dos computadores influenciou as ciências cognitivas, e as ciências cognitivas influenciam o modo como os computadores foram construídos. O computador trouxe uma ideia poderosa para a psicologia: a compreensão da mente como um dispositivo de processamento de informações.

Existem áreas do conhecimento que consideram os aspectos cognitivos na representação e na recuperação da informação no âmbito da Web. A partir da análise realizada na literatura, tendo por base uma pesquisa bibliográfica, foram identificadas sete áreas do conhecimento que se relacionam com a área Ciência

Cognitiva, a saber: processamento da informação, interação humano computador, inteligência artificial, computação cognitiva, modelos mentais, web design e visualização da informação.

Portanto este artigo tem por objetivo fazer uma análise na literatura da área para verificar o uso da cognição no domínio dessas sete áreas, com o intuito de verificar em cada uma delas a importância dos aspectos cognitivos nos processos das representações mentais, visando atender às necessidades dos usuários entre o estímulo e a resposta no acesso à informação no contexto da Web.

## 2 METODOLOGIA

Esta pesquisa caracterizou-se como um estudo descritivo e exploratório, com abordagem qualitativa, por meio de uma análise documental e, também, quantitativa, para compreender o mapeamento da busca bibliográfica em cada base de dados. Já os procedimentos metodológicos foram realizados em três etapas, detalhadas a seguir.

### 2.1 Etapa 1 – Cognição na Web

Para contextualizar o papel da cognição na Web, primeiramente, realizou-se uma busca exploratória nas bases de dados eletrônicas no Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), a saber: (1) Library Information Science Abstracts – LISA; (2) SocINDEX; (3) Base de Dados em Ciência da Informação (BRAPCI); (4) Scopus e Web Of Science, utilizando-se as seguintes expressões de busca, em português e em inglês, conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 – Expressões de Busca

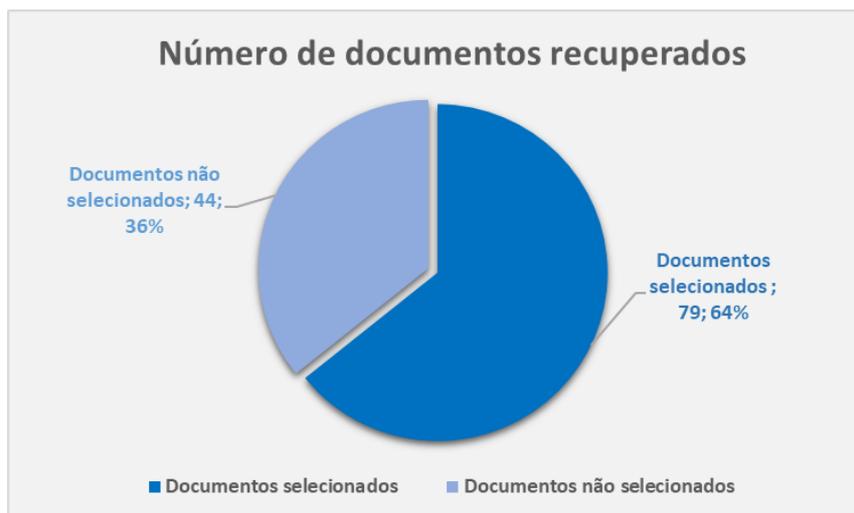
Expressões de Busca – Etapa 1
("definição de web cognitiva" OR "cognitive web definition"); ("semântica web cognitiva" OR "cognitivesemantic web"); ("Estrutura da semântica web cognitiva" OR "semantic web cognitivestructure"); ("tecnologias da web semântica" OR "semantic web technology")

Fonte: elaborado pelas autoras (2023).

Para a seleção dos 123 textos recuperados, foram utilizados dois critérios para cada área do conhecimento: (1) documentos que tratavam da cognição na web ou web

semântica, no título ou no resumo; (2) documentos que tratavam da cognição relacionada à internet ou à web semântica. A aplicação desses dois critérios resultou em 79 documentos, que foram lidos e analisados para averiguação do assunto. A proporção entre os documentos selecionados e os documentos não selecionados está exemplificada no Gráfico 1.

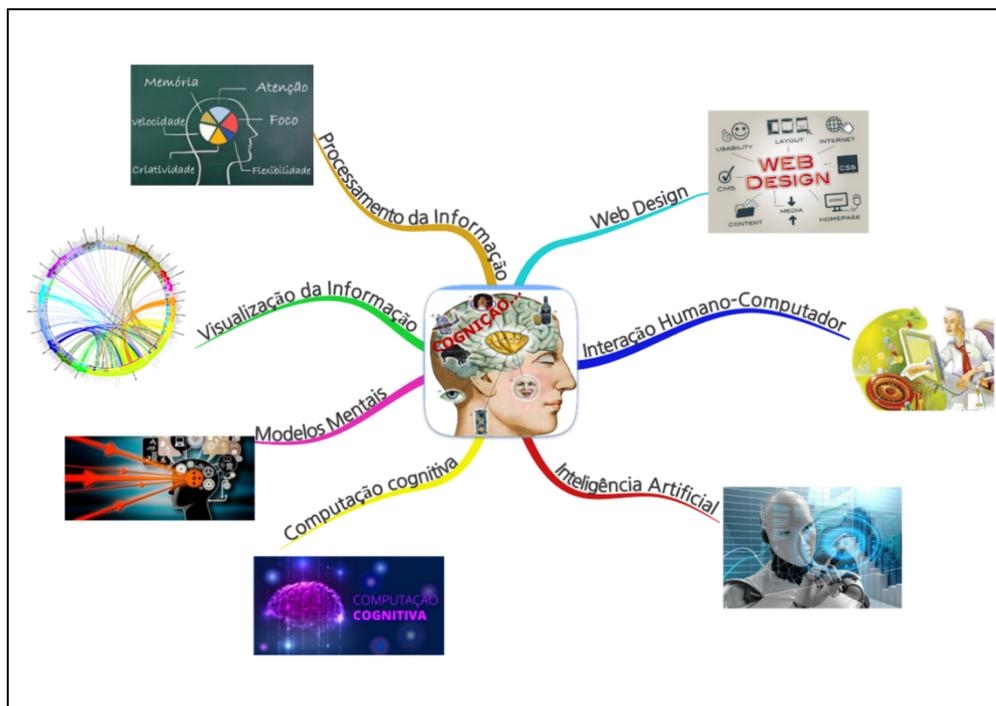
Gráfico 1 – Número de documentos recuperados



Fonte: elaborado pelas autoras (2023).

A partir da análise desses 79 documentos, foram identificadas sete áreas de estudo que apresentam aspectos cognitivos em suas atividades na Web: (1) Processamento da Informação, (2) Visualização da Informação, (3) Modelos Mentais, (4) Inteligência Artificial, (5) Computação Cognitiva, (6) Interação Humano Computador e (7) Web Design, conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1 – Áreas de estudo que utilizam a cognição no âmbito da Web



Fonte: elaborado pelas autoras (2023).

## 2.2 Etapa 2 – Áreas de Estudo

Para entender como a cognição se manifesta no âmbito dessas áreas, realizou-se uma nova pesquisa bibliográfica, especificamente, utilizando as seguintes expressões de busca em português e inglês para cada área de estudo, conforme apresentado no Quadro 2:

Quadro 2 – Expressões de Busca

Expressões de Busca – Etapa 2
<p>[[Processamento da Informação OR Information Processing) AND (cognição web OR web cognition)] ; [[Visualização da Informação OR Information Visualization) AND (cognição web OR web cognition)] ; [[ModelosMentais OR Mental Models) AND (cognição web OR web cognition)] ; [[Inteligência Artificial OR Artificial intelligence) AND (cognição web OR web cognition)] ; [[ComputaçãoCognitiva OR Cognitive Computing) AND (cognição web OR web cognition)] ; [[Interação Humano-Computador OR Human-Computer Interaction) AND (cognição web OR web cognition)] ; [(Web Design) AND (cognição web OR web cognition)]</p>

Fonte: elaborado pelas autoras (2023).

Para tanto, as buscas foram realizadas em todos os campos, sem restrição de período temporal, nas bases Scopus e na Web of Science, por serem bases de maior abrangência com acesso aberto.

Como resultado, foram recuperados 43 documentos na base Scopus, e 706 na base Web of Science, totalizando 749 documentos. Os resultados representam as buscas nas bases de dados em relação ao número de documentos recuperados por área de estudo. No entanto considerou-se que os resultados não foram satisfatórios, pois, apesar de terem sido recuperados 749 documentos, nem todos tratavam especificamente do assunto em questão. Ao final, foram selecionados 98 documentos dos 749 recuperados, conforme apresentado na Tabela 1.

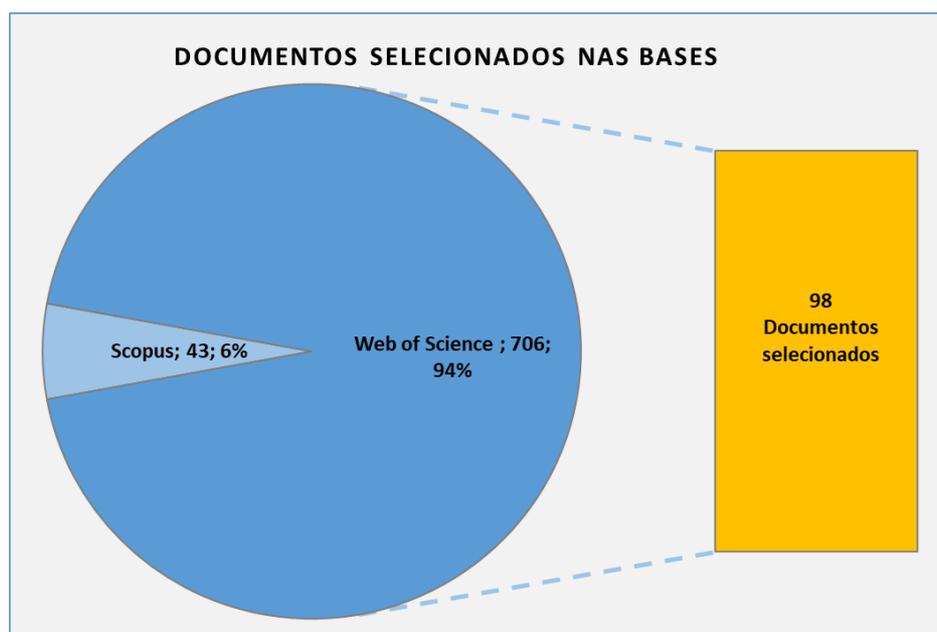
Tabela 1 – Relação de documentos recuperados e selecionados por área

Área de estudo	Scopus	Web of Science	Documentos Selecionados
Processamento da Informação	5	111	29
Visualização da Informação	1	8	3
Modelos Mentais	2	66	5
Inteligência Artificial	18	32	21
Computação Cognitiva	1	49	12
Interação Humano Computador	13	29	13
Web Design	3	411	15
SUBTOTAL	43	706	<b>98</b>
TOTAL		749	

Fonte: elaborado pelas autoras (2023).

Na análise quantitativa apresentada, no Gráfico 2, evidencia-se a proporção entre os resultados alcançados nas duas bases de dados e o resultado final dessa seleção.

Gráfico 2 – Documentos selecionados nas duas bases de dados

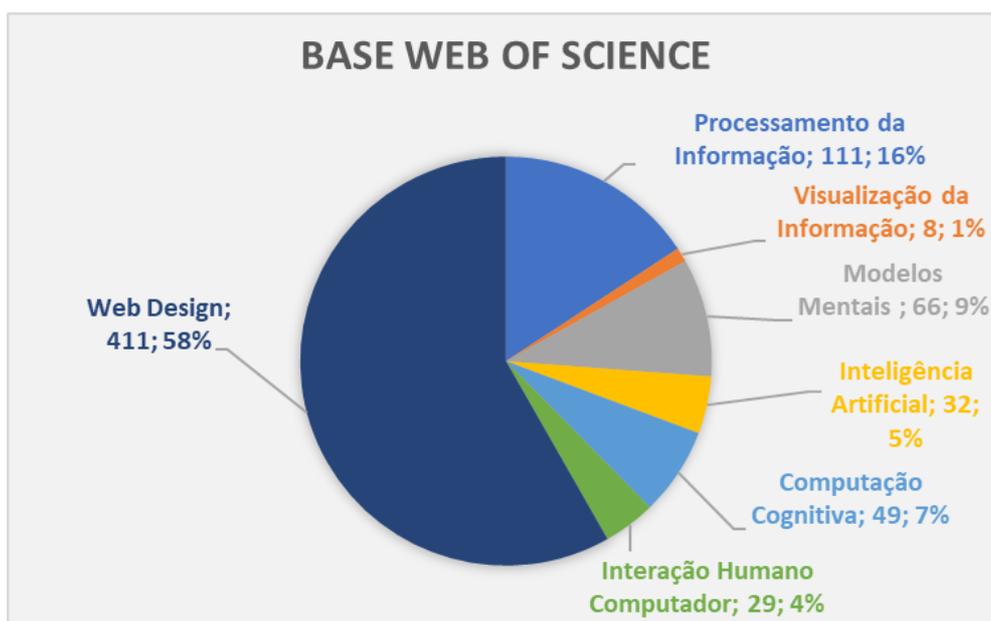


Fonte: elaborado pelas autoras (2023).

Nota-se um percentual acentuado nos resultados recuperados na Base de dados Web of Science, demonstrando que, por fornecer dados abrangentes de citações para diferentes disciplinas acadêmicas, essa base permitiu que a recuperação fosse mais exaustiva, ampliando o percentual dos documentos pertinentes recuperados. No entanto a busca realizada na base Scopus não teve o retorno esperado, se comparado com o resultado da busca na base anterior, ficando muito aquém do esperado, talvez porque a indexação dos conteúdos seja analisada, e os conteúdos selecionados sejam realizados por uma comissão independentemente das revisões realizadas por pareceristas dos periódicos indexados.

Mais detalhadamente, pode-se observar os desdobramentos desses resultados a partir dos Gráficos 3 e 4, a seguir. Observa-se que, na base Web of Science, os dois temas, Web Design, com 58%, e Processamento da Informação, com 16%, somam um total de 74% dos documentos recuperados, obtendo assim um resultado bem superior às outras cinco áreas. Portanto pode-se concluir que a abordagem cognitiva tem sido mais estudada e pesquisada nessas duas áreas do que as outras, conforme registro nessa base de dados, talvez por serem elas basilares no surgimento da web.

Gráfico 3 – Documentos recuperados na base Web of Science por área

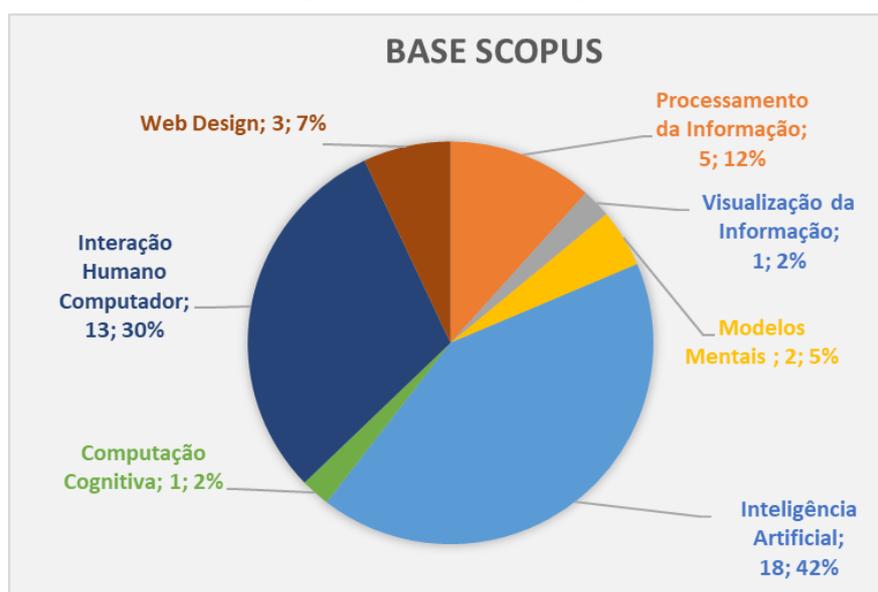


Fonte: elaborado pelas autoras (2023).

A temática sobre Modelos Mentais apresenta-se com 9% dos documentos recuperados, seguida pela Computação Cognitiva (7%), Inteligência Artificial (5%), Interação Humano Computador (4%) e Visualização da Informação (1%).

Entretanto os resultados alcançados na base Scopus trouxeram um resultado bem diferente do que o relatado acima, conforme pode ser visto no Gráfico 4.

Gráfico 4 – Documentos recuperados na base Scopus por área de conhecimento



Fonte: elaborado pelas autoras (2023).

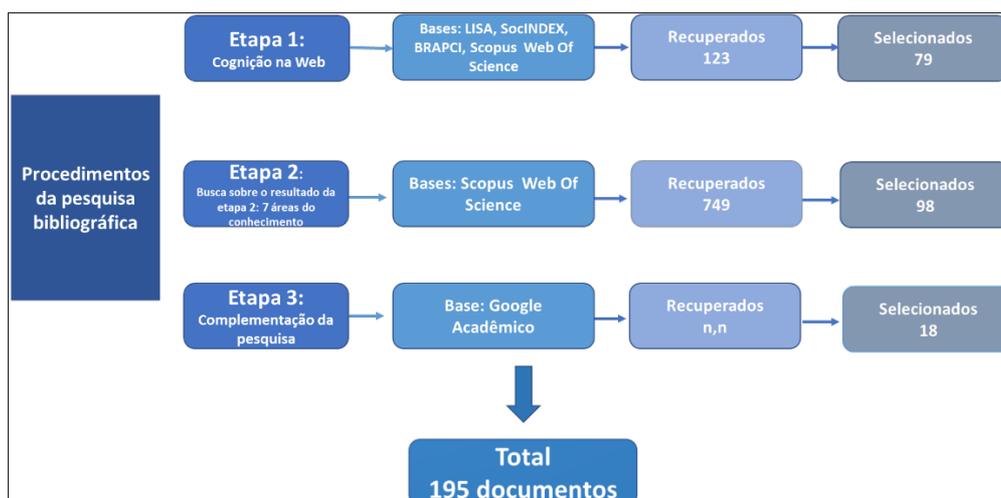
O que se pode visualizar é que, diferentemente dos resultados da Web of Science, as áreas de Web Design (7%) e Processamento da Informação (12%) têm percentuais bem inferiores aos da base Scopus. Por outro lado, vê-se as áreas de Inteligência Artificial, com 42%, e a área de Interação Humano Computador, com 30%, equivalente a mais de 50% do total de documentos recuperados na base Scopus. As áreas Modelos Mentais, com 5%; a Computação Cognitiva, com 2% e a Visualização da Informação com 2%, demonstram que os estudos cognitivos nessas áreas não obtiveram uma boa representatividade na busca realizada nessa base de dados.

### **2.3 Etapa 3 – Complementação das buscas nas Bases de Dados e seleção final dos documentos**

Devido ao baixo número de documentos selecionados na Etapa 2, nas áreas Visualização da Informação e Modelos Mentais, que atingiram um resultado inferior a 10 documentos cada, decidiu-se por complementar esses resultados realizando uma busca exploratória no Google Acadêmico, considerando três critérios: (1) os documentos relevantes das duas primeiras páginas, (2) que não constavam entre os documentos recuperados anteriormente, e (3) que atendiam aos mesmos critérios utilizados na seleção dos outros documentos da Etapa 2. Após essa busca, acrescentaram-se mais 18 documentos no portfólio bibliográfico, sendo 10 da área de estudo Visualização da Informação e 8 documentos da área de estudo Modelos Mentais.

O resumo desses procedimentos realizados nas três etapas pode ser observado na Figura 2, a qual sintetiza os registros de cada etapa.

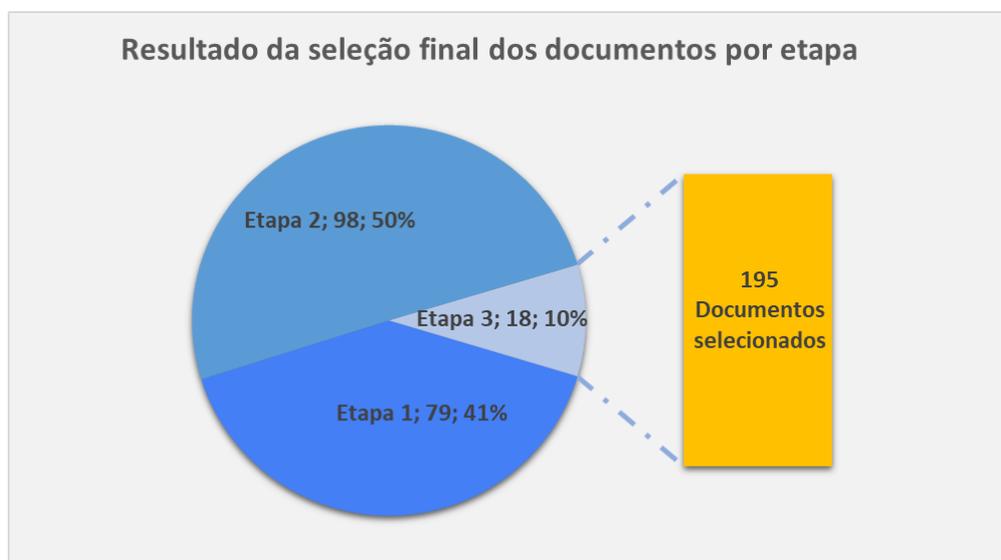
Figura 2 – Resumo dos procedimentos realizados na pesquisa bibliográfica



Fonte: elaborado pelas autoras (2023).

Dessa forma, a seleção final dos documentos que subsidiam a abordagem cognitiva no âmbito das sete áreas em questão somou 195 documentos, conforme pode-se observar, no Gráfico 5, em uma distribuição numérica e percentual.

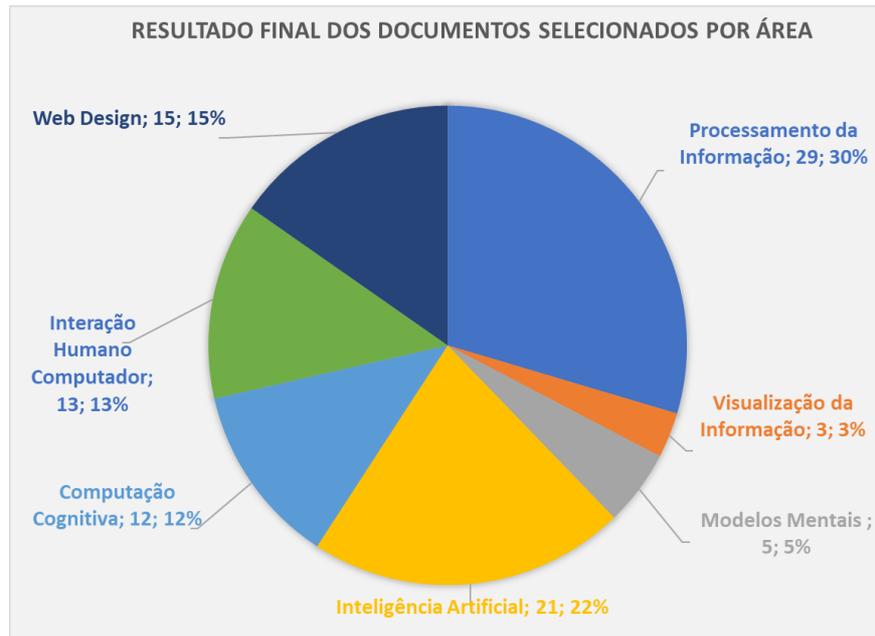
Gráfico 5 – Resultado da seleção final dos documentos recuperados por etapa



Fonte: elaborado pelas autoras (2023).

O resultado dessa soma, distribuído por áreas de conhecimento, pode ser observado no Gráfico 6, demonstrando que o percentual acompanha o resultado verificado anteriormente e reafirma que a bibliografia sobre o uso da cognição no âmbito dessas áreas não é igualitária, sendo mais expressiva naquelas que têm atividades que simulam o processamento do cérebro humano.

Gráfico 6 – Percentual dos documentos selecionados por área do conhecimento



Fonte: elaborado pelas autoras (2023).

Na próxima seção, apresentam-se as sete áreas resultantes da análise dessa literatura.

### 3 AS SETE ÁREAS DO CONHECIMENTO QUE APRESENTAM ASPECTOS COGNITIVOS NA REPRESENTAÇÃO DA INFORMAÇÃO NA WEB

Segundo Dupuy (1996), o paradigma clássico nas ciências cognitivas desenvolveu-se ao redor da “metáfora do computador”. Conhecer é produzir um modelo do fenômeno e efetuar sobre ele manipulações ordenadas. Todo conhecimento é reprodução, representação, repetição, simulação, o que caracteriza o seu modo racional. Assim, para o autor, a frase que resume o espírito das ciências cognitivas é “conhecer é simular”. Trata-se de uma visão reducionista, ancorada nas ciências exatas.

De acordo com Borges *et al.* (2004, p. 84-85),

[...] na perspectiva da ‘metáfora do computador’, o ‘cérebro-máquina’ possuía [...] componentes de entrada e saída, unidades de processamento (certas partes funcionais do cérebro) e até unidades de memórias [...], tudo exatamente análogo ao denominado computador de Von Neumann [...], e sua função cognitiva operária coletando as propriedades inerentes dos objetos do mundo real, [cujas] informações seriam representadas através

de símbolos armazenados na memória para posterior processamento (BORGES *et al.*, 2004, p. 84-85).

A noção de representação ocupa um lugar central nas Ciências Cognitivas. Dessa forma, o advento dos computadores influenciou as ciências cognitivas e as ciências cognitivas influenciam o modo como computadores foram construídos. Confirmando isso, Gardner (1996, p. 55) aponta que:

[...] a ciência construída em torno da simulação computacional é por muitos considerada a disciplina central da ciência cognitiva e a que tem maior probabilidade de excluir, ou tornar supérfluos, outros campos de estudo mais antigos (GARDNER, 1996, p. 55).

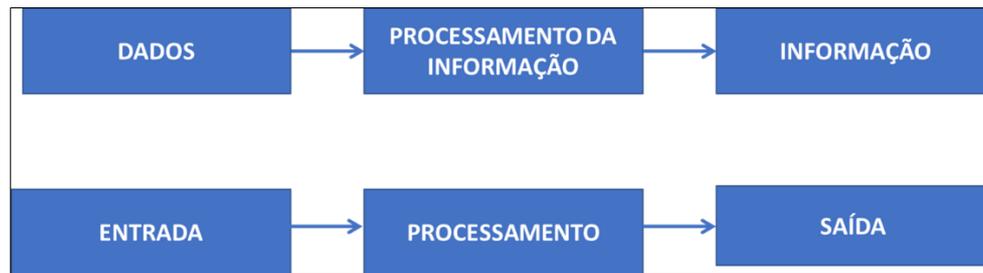
Assim, representações mentais explicam a importância da cognição no desenvolvimento do comportamento inteligente da Web, que se materializa, nesta pesquisa, em sete áreas do conhecimento, que são apresentadas a seguir.

### **3.1 Processamento da Informação**

De acordo com Michael Posner (1986), o Processamento da Informação é uma atividade mental que consiste em um processo contínuo, dinâmico e complexo de incorporação, transformação, armazenamento e recuperação de informação para orientar a ação. As máquinas e computadores digitais tornaram possível explicar o comportamento inteligente de um sistema complexo sem pressupor inteligência de cada um de seus componentes, a partir do paradigma do processamento de informação e da explanação do modelo computacional. Essa orientação teórica é base para as teorias cognitivas em geral. A visão da mente como um sistema de processamento de informação é o que caracteriza e unifica esse campo de conhecimento (ARRUDA, 2003).

Da perspectiva tecnológica, o processamento da informação envolve a conversão e a transformação de dados brutos em dados úteis, ou seja, em informação. Esse processo pode ser mais bem ilustrado na Figura 3.

Figura 3 – Fases do Processamento da Informação



Fonte: Barbosa (2020).

Para Teixeira (TEIXEIRA, 1998, p. 116 e 134), computadores e cérebros são sistemas cuja função principal é processar informação e, assim, podem-se utilizar redes artificialmente construídas para simular esse processamento. Desse modo, o computador trouxe a possibilidade de compreender e simular a mente como um dispositivo que produz estímulo e resposta.

O Processamento da Informação ocorre a partir dos componentes do computador, tanto da parte física quanto da parte lógica, compostos pelo hardware, processador, memória, placa-mãe e software. Todos esses componentes são importantes, mas, segundo Barbosa (2020), o processador é o principal componente eletrônico de um computador, por ser o responsável pela execução, com auxílio da memória e dos dispositivos de entrada e saída, de todas as operações nele realizadas, podendo ser considerado o seu “cérebro”. Outro elemento importante para o processamento da informação é a memória, caracterizada como estruturas físicas em forma de chips ou discos que são responsáveis pelo armazenamento de dados de forma temporária ou permanente.

Os estudos sobre processamento e memória começaram em 1946, com a ideia concebida por John Von Neumann, conhecida como a “Arquitetura de Von Neumann”, que utilizava o mesmo espaço de memória para armazenar os programas, instruções e dados para o processamento da informação. Porém esse modelo deu origem às memórias Memória de Acesso Aleatório-Random Access Memory (RAM) e Memória de Leitura-Read-OnlyMemory (ROM). Mas foi em 1947 que se tem registro do surgimento da primeira forma de memória RAM com créditos à Frederick Viehe; no entanto a RAM, como a conhecemos hoje, como memória de estado sólido, foi inventada em 1968, por Robert Dennard (ENCICLOPÉDIA O

EXPLORADOR, 2013). A Memória de Acesso Aleatório-Random Access Memory(RAM) permite o armazenamento temporário (ou memória de curto prazo) do computador. Ela contém todos os dados que você usa no momento, desde o site acessado até o movimento do mouse de um lado para o outro da tela. Já a Memória de Leitura, a Read-OnlyMemory (ROM), permite a gravação de dados uma única vez, não sendo possível apagar ou editar nenhuma informação, somente acessar para leitura, conforme ilustrado na Figura 4.

Figura 4 – Diferença entre Memória RAM e ROM



Fonte: Fortunato (2019).

De acordo com Torres (2013), essas duas memórias são congêneres com a arquitetura de computadores, e trouxeram otimização para o processamento da informação, comparadas à proposta de “Arquitetura de Von Neumann”. Com desenvolvimento tecnológico, os processadores ficaram cada vez mais poderosos, exigindo, com isso, memórias eficientes, ocorrendo então evoluções na memória RAM, desde as SDR às DDR4, e na memória ROM, desde a PROM (ProgrammableRead-OnlyMemory) à SD-Memória Flash.

A abordagem cognitiva no processamento da informação mudou à medida que ocorreu a evolução das tecnologias baseadas na Internet, pois essas trouxeram a possibilidade de integrar o processamento cognitivo diário do indivíduo através de smartphones e outros dispositivos, trazendo uma ampliação da memória humana.

De acordo com Arruda (2003), a visão da mente como um sistema de processamento de informação é o que caracteriza e unifica este campo de conhecimento.

### **3.2 Interação Humano Computador (IHC)**

A Interação Humano Computador (IHC) dedica-se a entender como os seres humanos, as máquinas e os softwares se comunicam, considerando as limitações de todos eles. Ela desenvolveu-se, ao longo dos anos, passando da necessidade de adaptar os computadores às necessidades dos seus utilizadores, com o objetivo de melhorar a qualidade de vida dos humanos. No contexto histórico, a IHC surgiu informalmente durante a Segunda Guerra Mundial, e até 1980 era chamada de Interação Homem Máquina, mas, com o aumento de computadores pessoais, passou a ser chamada de IHC.

Segundo Marsh e Rajaram (2019), a Internet mudou rapidamente a forma como encontramos e compartilhamos informações, servindo como uma “expansão digital da mente” quase sempre disponível e fácil de usar. Assim, é importante que os designers considerem os aspectos cognitivos no momento de fazer o design de uma interface, para que possam aumentar sua eficácia e eficiência na representação mais próxima do mundo real do indivíduo e de suas habilidades cognitivas.

Boring (2002) afirma que a ciência cognitiva proporciona uma forte contribuição à IHC, pois ela permite entender os processos cognitivos pelos quais o usuário passa, nesse contexto. Esse entendimento auxilia os profissionais de IHC a prever a interação que ocorre entre o usuário e o computador. Essa interação se dá através de uma interface, definida como a parte do sistema computacional com a qual o usuário se comunica com o sistema para executar as ações desejadas e receber os resultados. Assim, é necessário criar interfaces que simulam as representações mentais do indivíduo, que ocorrem a partir de uma realidade, para minimizar a carga cognitiva do usuário, para que possam interagir com sistemas computacionais intuitivamente.

Surgiram vários métodos e técnicas para uma representação mental coerente, que buscam uma melhor forma de o homem interagir com as máquinas, levando em consideração a estrutura da informação e sua representação gráfica, e, ainda,

respeitando as diferenças de cada indivíduo ao usar o computador. Portanto a IHC é a área da computação responsável por avaliar e implementar interfaces no que está relacionado ao seu design e à sua usabilidade. Para realizar a avaliação da qualidade de uma interface de interação, podem-se utilizar, como metodologia, os princípios da usabilidade, seguindo-se a ABNT NBR ISO 9241-115 (2011, p. 2) e as dez heurísticas de Jacob Nielsen (1994).

### 3.3 Web Design

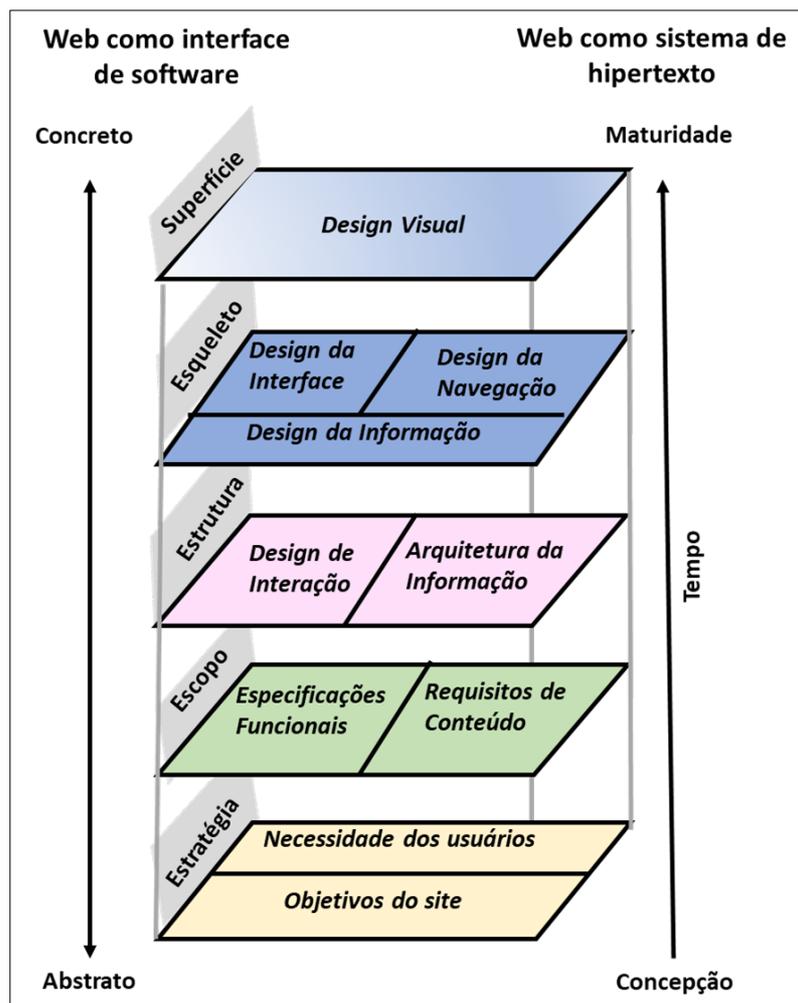
Web Design é uma parte de uma área mais ampla da IHC na Web. É uma extensão da prática do *design* gráfico, na qual o foco do projeto é a criação de *web sites* e documentos disponíveis no ambiente na World Wide Web (WWW), através de páginas interligadas por *hiperlinks*. Um dos principais objetivos da Web Design é realizar a comunicação entre a informação e o usuário, por isso é importante criar interfaces que representam cognitivamente o conteúdo a ser modelado. Para Zeldman (2007), “Web Design é a criação de ambientes digitais que facilitam e incentivam a atividade humana, reflete ou adapta-se a vontades individuais e conteúdos; e muda graciosamente ao longo do tempo enquanto mantém a sua identidade”.

A Web foi criada em 1989 pelo programador inglês Berners-Lee, e a primeira versão da Web foi lançada em 1991, em colaboração com o cientista da computação belga Robert Cailliau (BERNERS-LEE, 1998). Inicialmente, nessa primeira fase da Web, a Web 1.0, foi permitido acrescentar informação à internet, mas de forma estática, permitindo somente a leitura dos conteúdos, e com *links* entre documentos com os hipertextos. Mas, com o avanço da tecnologia, novos recursos foram adicionados, permitindo desenvolver e disponibilizar a informação. Nos anos 2000, surge a Web 2.0, uma evolução que permite aos usuários interagir e publicar conteúdo. A Web Semântica (Web 3.0) consistiu em uma série de esforços e práticas paralelas feitas na Web para tornar o conteúdo mais significativo e compreensível para máquinas ou significado compartilhado. Posteriormente, surge a Web Pragmática (Web 4.0), trazendo novos conceitos importantes, como contexto, situações e uso desse conhecimento, que trazem uma nova abordagem para o desenvolvimento da Web, como o conteúdo em uso. Com isso, a Web Pragmática mantém a ideia principal ou

conceito de Web Semântica em uma visão mais ampla (FESHARAKI; FETANAT; SHOOSHTARI, 2020). Daí surgiram ambientes mais inteligentes, interativos e integrados às necessidades informacionais do usuário.

Esse desenvolvimento ao longo dos anos criou problemas de entendimento para a comunidade de usuários da Web. Garrett (2011) aponta que o problema de design era visto pelos usuários de um lado como design de aplicativo e soluções de problemas do software tradicional e desktop; por outro, como design para a distribuição e recuperação da informação na Web. O autor apresenta essas duas perspectivas a partir de um plano estruturado: de um lado estão inseridos os elementos considerados na perspectiva da interface de software e, do outro, os elementos específicos de design para o espaço de informação hipertextual, conforme apresentado na Figura 5.

Figura 5 – Plano estrutural das duas perspectivas de design na Web



Fonte: Traduzido e adaptado de Garrett (2011, p.33).

Observa-se que do lado da Web como interface de software, os elementos apresentados relacionam-se mais com atividades e processos; já na perspectiva hipertextual, a abordagem é mais informacional, o que importa é qual informação irá oferecer ao usuário. Esse plano é estruturado em cinco fases: (1) Estratégia, (2) Escopo, (3) Estrutura, (4) Esqueleto e (5) Superfície. Cada uma dessas fases possui os elementos apresentados na Figura 5, que não serão descritos neste artigo, por não fazerem parte do escopo principal da proposta.

Nesse contexto, alguns autores têm apresentado estudos para melhoria de design na Web, buscando conhecimentos basilares em outras áreas, para ajudar a solucionar os problemas de planejamento da estrutura para representação da informação dentro do ambiente da Web.

Nesse intuito, os autores Czerwinski e Larson (2002) propõem que haja uma melhor simbiose entre a pesquisa em ciência cognitiva e a web design, de forma que a pesquisa básica em ciência cognitiva se aproxime da real necessidade de humanos e profissionais web designers, estudando domínios de problemas e envolvendo projetos do mundo real, evitando análises isoladas e pontuais. Nesse cenário, o Web design responsivo é fundamental para representar o conteúdo da Web em qualquer dispositivo e adaptado a ferramentas e aos mais diversos usuários. A partir das perspectivas do modelo de interação humano ambiente, é possível compreender as funções cognitivas do ser humano, o que facilita projetar e modelar sistemas mais interativos na Web.

Nesse caso, observar documentos e conteúdos representados, assim como a atividade humana e o ambiente tecnológico efetivo, são requisitos necessários na Web design, podendo influenciar outras áreas da cognição. Manfred Thüring; JörgHannemann e Jörg M. Haake já destacavam, em 1995, em seu artigo intitulado “HypermediaandCognition: Designing for Comprehension”, que aumentar a legibilidade de hiperdocumentos reduz a sobrecarga cognitiva, liberando assim capacidades de processamento de informação, que, caso contrário, devem ser usadas para orientação, navegação e ajustes da interface do usuário (THURING; HANNEMANN; HAAKE, 1995). Contudo o uso de boas práticas e definições clássicas do design de interfaces também deve ser considerado na Web design.

Entre os estudos que procuram solucionar a questão do design na Web, está o de Shneiderman que, em 1998, apresentou as oito regras de ouro do design de interface, que são muito utilizadas, e que incluem: (1) buscar consistência; (2) permitir que usuários frequentes usem atalhos; (3) oferecer *feedback* informativo; (4) oferecer design diálogos para produzir fechamento; (5) oferecer prevenção de erros e tratamento de erros simples; (6) permitir a reversão fácil das ações; (7) apoiar o *locus* de controle interno e (8) reduzir carga de memória de curto prazo. É importante destacar que foi acrescentada a ressalva de que essas regras de ouro devem ser interpretadas, refinadas e estendidas para cada ambiente” (SHNEIDERMAN, 1998, p. 75).

### 3.4 Computação Cognitiva

A Computação Cognitiva é baseada em sistemas de autoaprendizagem e utiliza-se da inteligência artificial para auxiliar na tomada de decisão humana com interação em tempo real. Objetiva-se, assim, simular os processos de pensamento em um modelo computadorizado. Os primeiros movimentos relacionados à ciência cognitiva aconteceram em 1948, no Congresso sobre Mecanismos Cerebrais do Comportamento, também chamado de Simpósio de Hixon, no California Institute of Technology. Com a evolução dos computadores, a partir dos anos 1950, surge a computação cognitiva (EIFLER SARAIVA; DE LIMA ARGIMON, 2007).

Pode-se dizer que a Computação Cognitiva é o resultado da combinação das Ciências Cognitivas com a Ciência da Computação. Diferentemente da inteligência artificial, as aplicações da computação cognitiva são mais abrangentes, consistindo em compreender e simular o raciocínio, mas também o comportamento humano. Como exemplos, podem-se citar alguns sistemas inteligentes: Sistemas Watson, criados pela IBM; SIRI (Apple); Cortan (Windows); Alexa (Amazon) e Bixby (Samsung).

Para VishalShah e Shridevi(2017, p.1) “Computação Cognitiva é uma abordagem tecnológica que dá direção científica para inteligência artificial e processamento de sinais.” Isso basicamente engloba aprendizado de máquina, raciocínio, linguagem natural, processamento, reconhecimento de fala e reconhecimento de objetos, IHC, geração de diálogo e narrativa, entre outras técnicas e tecnologias.

A Computação Cognitiva se utiliza das características humanas de processar e simular informações, com o propósito de estudar e desenvolver sistemas e dispositivos, com o objetivo de reconhecer, interpretar, processar e simular as atividades humanas, que compreendem muitos processos e ferramentas computacionais que vão impactar o dia a dia das empresas, bem como todas as áreas de nossas vidas, desde viagens, esportes e entretenimento, até saúde e bem-estar, conforme ilustrado na Figura 6.

Figura 6 – Representação pictórica da Computação Cognitiva e seus objetivos



Fonte: Traduzido de VishalShahandShridevi S. (2017, p.2).

JáSafder, Hassan e Aljohani (2018) sugerem que o termo “cognitivecomputing” tem ganhado popularidade em sistemas por processar informações on-line de forma inteligente, implantar modelos de IA para ampliar as ferramentas existentes e identificar resultados relevantes de pesquisa em amplas comunidades. A computação habilitada para cognição de sistemas envolve a computação neurologicamente simulada e tem sido utilizada juntamente com motores de busca, ferramentas utilizadas pela comunidade científica em geral. Esse potencial tem sido demonstrado recentemente no processamento de informações não textuais, como vídeos e imagens on-line, em todas as áreas do conhecimento. Com isso, o termo “computingsimilarity” é atualmente utilizado em muitas pesquisas aplicadas, como recuperação de informações, web semântica, agrupamento de dados e processamento de linguagem natural, e desempenha um papel central em relação às capacidades cognitivas.

Há vários esforços para compreender a cognição humana em termos de computação. Algoritmos cognitivos interpretam dados para aprender e combinar padrões de uma maneira que imita vagamente o processo de cognição na mente humana. Os sistemas cognitivos aprendem com suas experiências e então obtêm melhores resultados ao executar tarefas repetidas. O sistema interpreta observações obtidas de diversas fontes e apresenta os resultados aos seres humanos. Os humanos, por sua vez, podem utilizar a interpretação para executar uma ação, que forma uma entrada adicional para o sistema. Para tanto, esse tipo de sistema utiliza aprendizado de máquina e outras técnicas de inteligência artificial para obter esses resultados (SHETH; ANANTHARAM; HENSON, 2015).

A computação cognitiva é um campo que abrange áreas como ciência da computação, ciência da informação, cognição e inteligência, no sentido de investigar as estruturas e os processos internos, componentes do processamento de informações do cérebro e do funcionamento da inteligência natural (WANG; ZHANG; KINSNER, 2010).

Assim, a computação cognitiva pode ajudar em vários domínios do conhecimento, pois, ao usar esse sistema, os usuários não precisam gastar tempo aprendendo detalhes complexos sobre ferramentas para poder usá-las efetivamente ou interpretar grandes quantidades de informações para tirar conclusões. Em vez disso, os usuários gastam seu tempo identificando padrões úteis, tomando decisões e tomando medidas para melhorar os processos comerciais e operacionais.

### **3.5 Modelos Mentais**

Os Modelos Mentais são um mecanismo do pensamento mediante o qual um ser humano, ou outro animal, tenta explicar como funciona o mundo real. É um tipo de símbolo interno ou representação da realidade externa, hipotética, que tem um papel importante na cognição. É dada a Craik (1943) a concepção da teoria do modelo mental. Para Johnson-Laird (1983), um modelo mental é um mecanismo de raciocínio que existe na mente de uma pessoa como estruturas temporárias, tendo como base os experimentos psicológicos envolvendo fenômenos simples e estáticos. O autor concorda, no entanto, que um modelo mental pode representar conhecimento de longo prazo ou de curto prazo e pode representar entidades físicas

ou conceituais. Para o autor, modelos mentais são análogos estruturais de estados de coisas do mundo. São representações internas de informações que correspondem analogamente ao que está sendo representado. São, portanto, uma forma de representação analógica do conhecimento: existe uma correspondência direta entre entidades e relações presentes na estrutura dessa representação e as entidades e relações que se busca representar.

Por outro lado, Rutherford e Wilson (2004) apontam que uma característica definidora de um modelo mental na perspectiva da psicologia é que ela é uma estrutura computacional. Conforme Carr e Harnad (2011), a cognição é um processo em tempo real, ocorrendo na velocidade do pensamento. Nesse sentido, para uma corrente majoritária da psicologia cognitiva, acredita-se que ter um modelo mental sobre uma máquina ou sistema ajuda a entender o seu funcionamento (ARRUDA, 2003).

Apesar de o modelo mental ser utilizado há pelo menos 30 anos, não existe uma definição absoluta do que ele seja. A disseminação do seu conceito ocorreu a partir de dois livros, de igual título ("Mental Models"), publicados respectivamente por Gentner e Stevens (1983) e Johnson-Laird (1983). Porém o conceito começou a ser usado ao lado de outros, como "frame", "schema" e "script" e, como resultado, a terminologia empregada nas diferentes áreas não é uniforme (BORGES, 1996).

No entanto o Modelo Mental foi estudado por outros autores, posteriormente, e inclusive influenciou os estudos de Jean Piaget sobre desenvolvimento cognitivo na infância. Já no final da década de 1970, os cientistas cognitivos começaram a falar sobre o conhecimento geral representado no modelo mental, mas sem nenhum compromisso com um tipo particular de estrutura.

Pode-se dizer que os modelos mentais são diferentes de representações de informações isoladas sobre um sistema, há uma estrutura rica, elaborada e associada. Com isso, representam diferentes tipos de informação e podem ser considerados mecanismos nos quais os humanos podem gerar descrições de um sistema, explicar sua estrutura e funcionamento e os estados observados, inclusive estados futuros. Esses aspectos estão relacionados com a ontologia dos objetos e eventos que existem ou que se imagina existir no mundo (BORGES, 1999). Com isso,

os modelos mentais são aplicados a diversas áreas e contextos, por envolverem a representação de informações, processos, estados, ou de qualquer elemento que possa ser representado.

### 3.6 Inteligência Artificial (IA)

A Inteligência Artificial (IA) é um ramo da Ciência da Computação que busca reproduzir a atividade mental do homem em tarefas como a compreensão da linguagem, a aprendizagem e o raciocínio em uma máquina. Apesar de Alan Turing ser considerado o precursor da AI, em 1950, com o artigo intitulado “ComputingMachineryandIntelligence”, coube a John McCarthy, professor de matemática do DartmouthCollege, em 1955, utilizar o termo “Inteligência Artificial” pela primeira vez.

De acordo com Saracevic (1996), assim como o artigo de Bush (1945) – As WeMyThing – foi o ponto inicial na evolução da Ciência da Informação, Lima (2003, p. 86) aponta que a IA, como um campo de conhecimento, é a arte e ciência de programar computadores para simular a inteligência humana. Tal definição remete à proposta da máquina Memex (BUSH, 1945) de ser uma extensão da memória humana, a partir da automatização do processo de armazenamento e recuperação da informação.

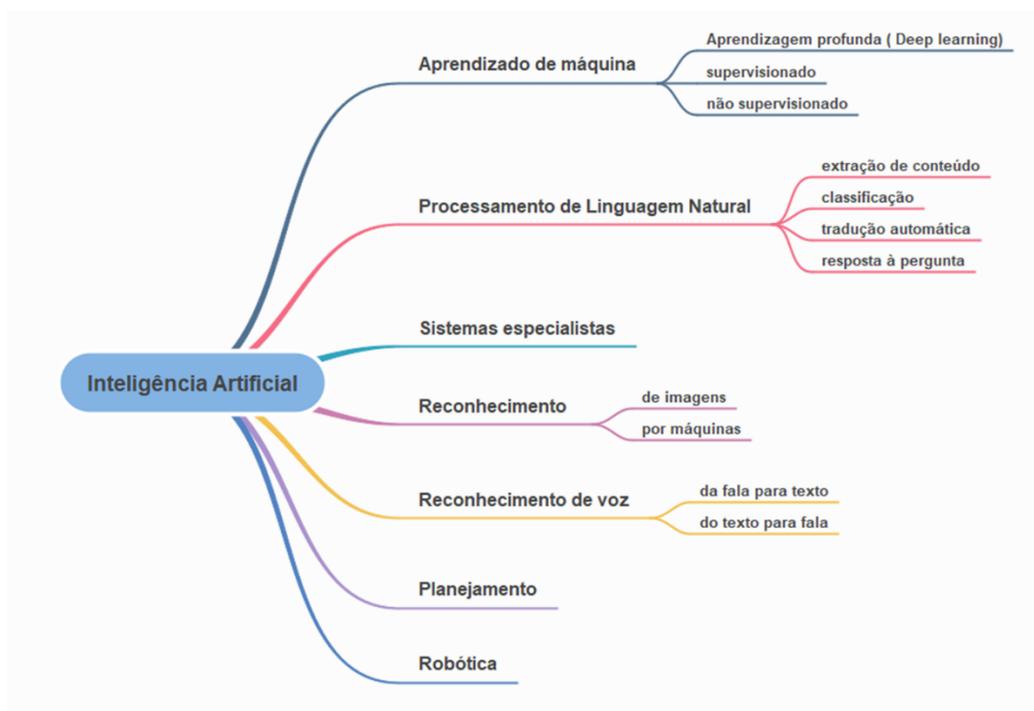
A definição de IA é considerada complexa, pois, de acordo com Russel e Norvig (2013, p.25), ela pode ser considerada como: (1) sistemas que pensam como seres humanos, (2) sistemas que atuam como seres humanos, (3) sistemas que pensam de forma racional e (4) sistemas que atuam racionalmente. No entanto todas as abordagens apontam que são sistemas que podem pensar, raciocinar e até mesmo se comportar. Assim, de uma forma mais genérica, o termo pode ser definido como um dispositivo ou como uma técnica, sendo que um dos principais objetivos do campo é descobrir as unidades básicas de conhecimento de cognição (de habilidades inteligentes).

Com o avanço da pesquisa em IA, proporcionou-se também a extensa gama de assuntos e subáreas desse campo, como o processamento de linguagem natural, a representação do conhecimento, *machinelearning*, *deeplearning* e *big data*, além de

aspectos físicos, como a robótica e os mecanismos de visão computacional (RUSSEL; NORVIG, 2013).

Alvear (2018, p.2) apresenta as subáreas que subsidiam a IA, conforme apresentado na Figura 7.

Figura 7 – Subáreas que subsidiam a Inteligência Artificial



Fonte: Traduzido e adaptado de Alvear (2018, p.2).

De acordo com Ekbia (2008), a IA interage com pessoas, tecnologias, ideias, ideais e atividades, na medida em que a representação do conhecimento permite aos algoritmos compreender a linguagem natural. Dessa forma, como ferramenta cognitiva, a máquina memoriza, processa e resolve problemas a uma velocidade acima do que o intelecto humano pode acompanhar. No entanto, toda a produção da máquina se destina a expandir e satisfazer as necessidades humanas.

Segundo Lima (2003, p.81), no âmbito da Ciência Cognitiva, além da invenção de computadores e tentativas de projeção de programas com foco na realização de tarefas humanas, a exemplo do que foi projetado por Turing, outros dois pontos são apontados como importantes para o crescimento da IA, que são: (1) o desenvolvimento da psicologia do processamento da informação com foco nas

atividades de percepção, linguagem, memória e pensamento; e (2) o desenvolvimento da teoria da gramática e suas derivações da linguística.

### 3.7 Visualização da Informação

A Visualização da Informação (VI) faz o uso de representações visuais interativas de dados abstratos, suportadas por computador, para ampliar a cognição (CARD; MACKINLAY; SHNEIDERMAN,1999). Essas representações são geralmente caracterizadas por estrutura de dados, que são formas de organização e distribuição dos dados, a fim de tornar mais eficientes a busca e a manipulação dos dados por algoritmos (ROVAI, 2018).

Já Freitas *et al.* (2001) considera a VI como uma área de aplicação de técnicas da computação gráfica, geralmente interativas, visando auxiliar o processo de análise e compreensão humana de um conjunto de dados, por manipulação das representações gráficas. Nessa perspectiva, o processo de VI está relacionado com a transformação de dados abstratos em gráficos ou imagens, denominados visualizações. Assim, pode-se dizer que o objetivo na construção das visualizações é a exploração da capacidade de percepção humana para que, a partir das relações espaciais exibidas, o usuário interprete e compreenda as informações apresentadas e, ainda, deduza novos conhecimentos. O autor aponta que:

Resumidamente, as técnicas de Visualização da Informação buscam representar graficamente os dados de um determinado domínio de aplicação de modo que a representação visual gerada explore a capacidade de percepção do homem e este, a partir das relações espaciais exibidas, interprete e compreenda as informações apresentadas e, finalmente, deduza novos conhecimentos (FREITAS *et al.*, 2001, p. 144).

Card, Moran e Newell (1983) acrescentam que o sistema perceptivo entra em funcionamento quando o usuário observa a estrutura visual, recebe informações pelo seu órgão de visão, inicia o processamento cognitivo que permite a interpretação da estrutura gráfica e, também, a inferência de novos conhecimentos. Assim, as técnicas de visualização aplicam estruturas de dados homogêneas e heterogêneas para representar o conhecimento, permitindo um crescimento dinâmico e ordenado com foco na recuperação da informação.

Em relação às características da VI, seus tipos de visualização mais comuns são: listas indentadas; árvore de links e nós; aplicação de zoom; preenchimento de espaço; foco e contexto; paisagens 3D. Já as técnicas de visualização mais referenciadas são: Desenho de Grafos; Desenhos de árvores; Browser Hiperbólico. No que tange aos modelos de interface visual utilizados, pode-se citar o mapa conceitual; a Cartografia temática; a Nuvem de tags.

Juntamente com os tipos e técnicas de visualização, a utilização de algoritmos tende a normatizar níveis de habilidade em raciocínio lógico e memória visual, constituintes que podem ser completamente diferentes e subjetivos para cada indivíduo. O uso de algoritmos que tratam a cognição integra a área interdisciplinar da ciência cognitiva que reúne modelos computacionais de IA e experiências da psicologia para construir teorias precisas e verificáveis sobre o processo de funcionamento da mente humana (RUSSEL; NORVIG, 2013).

Conforme Vieira (2014), a visualização da informação traz contribuições de forma prática quando se utilizam interfaces aos sistemas, tais como: (1) a ampliação da compreensão do usuário acerca das informações transmitidas; (2) a facilidade de interação com o usuário; (3) o auxílio em buscas efetivas, orientando o usuário para a informação desejada e simplificada, e (4) a descoberta de novas informações, podendo ser surpreendido com novas informações que não eram seu objeto de busca, mas podem ser úteis. Do ponto de vista cognitivo, Card, Moran e Newell (1983) enfatizam que os auxílios ocorrem: (a) na expansão dos recursos de memória e processamento pela representação visual em um formato de símbolos mais simplificados; (b) na redução do tempo de busca de informação ao representar visualmente de forma compactada as relações entre os conteúdos; (c) no reconhecimento de padrões de organização dos conteúdos pela percepção visual; (d) na inferência perceptiva pela percepção visual da representação; (e) no monitoramento de uma grande quantidade de eventos potenciais; (f) na manipulação dos conteúdos com a apresentação de detalhes e organizações sob demanda.

Rehman (2021) salienta que, atualmente, mais pesquisadores estão fazendo um esforço para fornecer uma abordagem generalizada para explorar e descobrir

artefatos multimídia na web, que inclui a mistura de diferentes aspectos de modelo de dados, agregação de informações diversas e visualização. Em consequência, o uso inadequado do critério de visualização da informação, ou seja, da técnica de representação visual adequada para um conjunto de informações, diminui a percepção dos dados pelo usuário e determina uma complexidade de tempo requerida ao usuário, para interpretar tais informações (OLIVEIRA, 2018).

Nesse caso, a Ciência da Computação pode contribuir com o fornecimento de recursos tecnológicos para a construção de interfaces de software, que vão desde algoritmos para computação gráfica até ferramentas para se construírem protótipos de interfaces. Contudo, para se construírem estruturas de Visualização da Informação que transmitem informações, é necessário o entendimento, também, de como funciona, de forma geral, o processo cognitivo do ser humano. Assim, a Psicologia Cognitiva tem um papel fundamental no momento de criar essas representações visuais interativas, pois é a área que se preocupa com o entendimento do comportamento humano e seus processos mentais.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A inteligência humana é baseada na capacidade de processar, armazenar e recuperar informações e transformá-las em conhecimento, o que se torna mais fácil quando são apresentadas em formato gráfico. A noção de representação ocupa um lugar central nas Ciências Cognitivas e, por outro lado, a comunicação humana depende cada vez mais da intermediação das interfaces digitais. Assim justificam-se os estudos de como ocorrem as representações mentais do ponto de vista cognitivo para melhorar o desenvolvimento do comportamento inteligente da Web. Dessa forma, infere-se que o advento dos computadores influenciou as pesquisas na área das ciências cognitivas, e essa influência subsidia o modo como os computadores e suas tecnologias são projetadas para emular o pensamento humano.

No entanto nota-se que uma das principais deficiências da Web Semântica é sua falta de plausibilidade cognitiva. Por isso, o uso dos processos cognitivos, simulando o modelo da mente humana, se levado em consideração, no processamento e nas representações das informações na Web Semântica, ajudará o usuário a ter uma interação mais cognitiva e confortável a partir dessa simulação.

Com base na análise da literatura selecionada, pôde-se analisar as sete áreas de estudo que consideraram os aspectos cognitivos para a representação da informação na Web Semântica: (1) o momento do processamento da informação, (2) os modelos mentais, (3) a visualização da informação, (4) a inteligência artificial, (5) a interação humano computador, (6) web design e (7) a computação cognitiva.

Enquanto o **processamento da informação** trabalha com a incorporação, a transformação e o armazenamento da informação com o intuito de recuperá-la, a **interação humano computador** procura entender como os seres humanos, as máquinas e os softwares se comunicam, considerando as limitações de todos eles. Indo além, a **Inteligência Artificial** busca reproduzir a atividade mental do homem em tarefas como a compreensão da linguagem, a aprendizagem e o raciocínio em uma máquina, na tentativa de simular a inteligência humana. Nessa perspectiva, a **computação cognitiva** baseia-se em sistemas de autoaprendizagem e utiliza-se da IA para auxiliar na tomada de decisão humana com interação em tempo real. Dessa forma, procura simular os processos de pensamento em um modelo computadorizado, investigando as estruturas e os processos internos, os componentes do processamento de informações do cérebro e do funcionamento da inteligência natural. Em uma perspectiva menos tecnológica, apresentam-se **os modelos mentais**, que são representações internas de informações que correspondem analogamente ao que está sendo representado, baseando-se em estruturas de estados de coisas do mundo. Nessa proposta, pode-se representar diferentes tipos de informação e, também, podem ser considerados mecanismos nos quais os humanos podem gerar descrições de um sistema, explicar sua estrutura e funcionamento e os estados observados, inclusive estados futuros. Do ponto de vista das representações gráficas, a área de **Web Design** tem como objetivo a comunicação entre a informação e o usuário, a partir de interfaces que representam cognitivamente o conteúdo a ser modelado. Para isso, trabalha para criar ambientes digitais que facilitam e incentivam a atividade humana, adaptando-se às características cognitivas humanas aos conteúdos disponibilizados para acesso na Web. Ainda na área de representação gráfica, tem-se a **Visualização da Informação**, que estuda a aplicação de técnicas da computação gráfica, geralmente

interativas, visando auxiliar o processo de análise e compreensão humana de um conjunto de dados, por manipulação das representações gráficas.

Portanto observou-se que as áreas estão relacionadas à medida que compartilham desafios e técnicas da área da Computação e das Ciências Cognitivas, pois em todos os procedimentos computacionais propostos encontram-se imbuídos os aspectos cognitivos, por terem como objetivo comum a compreensão da mente como um dispositivo de processamento de informações. Dessa forma, dado o grande volume de dados e informações na Web, por exemplo, associados ao fenômeno da *big data*, impactam diretamente no processamento da informação e na IHC. Nesse sentido, para responder a esse desafio, os usos de modelos mentais, da IA e da computação cognitiva, aliados à web design e à visualização da informação podem minimizar os impactos cognitivos do usuário.

### Agradecimentos

A primeira coautora agradece ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento, Ministério da Educação, pelo apoio: SHIS QI 1 Conjunto B, Blocos A, B, C, and D – Lago Sul, Brasília/DF – CEP 71605-001 pela concessão da bolsa de produtividades de Pesquisa através do processo número PQ-1D - 313645/2020-5.

### REFERÊNCIAS

ALVEAR, J. O. *Arboles de decision y randomforest*. 2018. Disponível em: <https://bookdown.org/content/224878ff-81d8-4034-bd84-6fc9ff820cfc/>. Acesso em: 25 fev.2023

ARRUDA, D. M. *Modelos Mentais*. Nota Técnica. Instituto Nacional de Tecnologia – Divisão de Gestão da Produção – DGEP. 2003. Disponível em: [http://www.nce.ufrrj.br/ginape/publicacoes/trabalhos/t\\_2002/t\\_2002\\_turma\\_modelagem\\_cognitiva\\_e\\_educacao/RelModelosMentais.pdf](http://www.nce.ufrrj.br/ginape/publicacoes/trabalhos/t_2002/t_2002_turma_modelagem_cognitiva_e_educacao/RelModelosMentais.pdf). Acesso em: 22 jan. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR ISO 9241-11: requisitos ergonômicos para o trabalho com dispositivos de interação visual parte 11: orientações sobre usabilidade*. Rio de Janeiro, 2011.

BARBOSA, L. S. O. *Arquitetura e Organização de Computadores*. EduCapes, 2020. Apostila da Universidade do Estado do Amazonas. Disponível em: [https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/206151/2/apostila%20de%20AOC\\_Luiz%20S%C3%A9rgio.pdf](https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/206151/2/apostila%20de%20AOC_Luiz%20S%C3%A9rgio.pdf). Acesso em: 17 dez. 2020

BERNERS-LEE, T. *The World Wide Web: a very short personal history*. 1998. Disponível em: <http://www.w3.org/People/Berners-Lee/ShortHistory.html>. Acesso em: 17 fev. 2023.

BORGES, A. T. *Mental Models of Electromagnetism*. Tese - Department of Science and Technology Education, Reading University, UK, 1996. Disponível em: [http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/095006999290859#.UcxRX\\_m1Hfl](http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/095006999290859#.UcxRX_m1Hfl). Acesso em: 15 ago. 2022.

BORGES, A. T. COMO EVOLUEM OS MODELOS MENTAIS. *Ens. Pesqui. Educ. Ciênc.*, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p. 85-125, jun. 1999. Disponível em: [http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1983-21171999000100085&lng=pt&nrm=iso](http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-21171999000100085&lng=pt&nrm=iso). Acesso em: 22 jan. 2023.

BORGES, M. E. N. et. al. A Ciência da Informação discutida à luz das teorias cognitivas: estudos atuais e perspectivas para a área. *Cadernos Bad*, Lisboa, v.2, p.80-91, 2004.

BORING, R. Human-Computer Interaction as Cognitive Science. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society*, v. 46, p. 1767-1771, 1 set. 2002. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Ronald-Boring/publication/229068297\\_Human-Computer\\_Interaction\\_as\\_Cognitive\\_Science/links/550a5b210cf20f127f91706b/Human-Computer-Interaction-as-Cognitive-Science.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Ronald-Boring/publication/229068297_Human-Computer_Interaction_as_Cognitive_Science/links/550a5b210cf20f127f91706b/Human-Computer-Interaction-as-Cognitive-Science.pdf). Acesso em: 17 fev. 2023.

BUSH, V. As we may think. *Atlantic Monthly*, v.176, 1, p.101-108, 1945. Disponível em: <http://www.theatlantic.com/unbound/flashbks/computer/bushf.htm>. Acesso em: 17 fev. 2023.

CARD, S.; MACKINLAY, J.; SHNEIDERMAN, B. *Readings in Information Visualization: Using Vision to Think*. 1999. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/220691172\\_Readings\\_in\\_Information\\_Visualization\\_Using\\_Vision\\_To\\_Think](https://www.researchgate.net/publication/220691172_Readings_in_Information_Visualization_Using_Vision_To_Think). Acesso em: 17 fev. 2023.

CARD, S. K.; MORAN, T. P.; NEWELL, A. *The Psychology of Human-Computer Interaction*. Lawrence Erlbaum Associates, New Jersey, 1983.

CARR, L.; HARNAD, S. *Offloading Cognition onto the Web*. IEEE Intelligent Systems, v. 26, p. 33-39, 1 jan. 2011. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Stevan-Harnad/publication/220629160\\_Offloading\\_Cognition\\_onto\\_the\\_Web/links/0912f50a39c73d9085000000/Offloading-Cognition-onto-the-Web.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Stevan-Harnad/publication/220629160_Offloading_Cognition_onto_the_Web/links/0912f50a39c73d9085000000/Offloading-Cognition-onto-the-Web.pdf). Acesso em: 17 fev. 2023.

CRAIK K.J.W. *The Nature of Explanation*. Cambridge: Cambridge University Press. 1943.

CZERWINSKI, M.; LARSON, K. *Cognition and the Web: Moving from Theory to Web Design*. In: Human Factors and Web Development. Human Factors and Web Development ed. [s.l.] Lawrence Erlbaum Associates, Inc., 2002. p. 147-165.

Disponível em: <https://www.microsoft.com/en-us/research/wp-content/uploads/2002/01/HFandtheWebChapter.pdf>. Acesso em: 17 fev. 2023.

DUPUY, J.P. *Nas origens das ciências cognitivas*. São Paulo: UNESP, 1996.

EIFLER SARAIVA, C. A.; DE LIMA ARGIMON, I. I. Ciência da computação e ciência cognitiva: um paralelo de semelhanças. *Ciênc. cogn.*, Rio de Janeiro, v. 12, p. 150-155, nov. 2007. Disponível em: [http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1806-58212007000300014&lng=pt&nrm=iso](http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-58212007000300014&lng=pt&nrm=iso). Acesso em: 16 fev. 2023.

EKBIA, H. R. *Artificial dreams: the quest for non-biological intelligence*. Cambridge: Cambridge University Press, 2008.

ENCICLOPÉDIA O EXPLORADOR. Disponível em: <http://www.oexplorador.com.br/robert-dennard-inventou-a-chamada-memoria-ram-sigla-para-random-access-memory/>. Acesso em: 17 fev. 2023.

FESHARAKI, M. N.; FETANAT, A. SHOOSHTARI, D. F. A conceptual model for Socio-Pragmatic Web based on activity theory. *Cogent Education*, v. 7, n. 1, p. 1797979, 1 jan. 2020. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/2331186X.2020.1797979>. Acesso em: 17 fev. 2023.

FORTUNATO, C. *Entenda a diferença entre: Memória RAM e ROM e o que é CACHE*. 2019. Disponível em: <https://medium.com/caiquefortunato/entenda-a-diferen%C3%A7a-entre-mem%C3%B3ria-ram-e-rom-e-o-que-%C3%A9-cache-bbde362ecc6c>. Acesso em: 19 fev. 2023.

FREITAS, C. M. D. S. *et al.* Introdução à Visualização de Informações. *RITA – Revista de Informática Teórica e Aplicada, Instituto de Informática UFRGS*, Porto Alegre, RS, v. VIII, n. 2, p. 143-158, outubro de 2001. Disponível em [http://www.inf.ufrgs.br/~revista/docs/rita08/rita\\_v8\\_n2\\_p143a158.pdf](http://www.inf.ufrgs.br/~revista/docs/rita08/rita_v8_n2_p143a158.pdf). Acesso em: 12 de jun. 2022.

GARDNER, H. *A nova ciência da mente: uma história da revolução cognitiva*. São Paulo: EDUSP, 1996.

GARRETT, J.J. *The elements of user Experience: User-Centered design for Web and Beyond*. Berkeley, CA: New Riders, 2011. 210 p. Disponível em: [https://www.academia.edu/6511543/The\\_Elements\\_of\\_User\\_Experience\\_User\\_Centered\\_Design\\_for\\_the\\_Web\\_and\\_Beyond\\_Second\\_Edition](https://www.academia.edu/6511543/The_Elements_of_User_Experience_User_Centered_Design_for_the_Web_and_Beyond_Second_Edition). Acesso em: 26 fev. 2021

GENTNER, D. STEVENS, A.L. *Mental Models*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, 1983.

JOHNSON-LAIRD, P. N. *Mental models*. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 1983.

LIMA, G. Â. B. Interfaces entre a ciência da informação e a ciência cognitiva. *Ciência da Informação*, v. 32, n. 1, p.77-87. 2003. Disponível em: <http://revista.ibict.br/ciinf/article/view/1021/1076>. Acesso em: 26 fev. 2023.

MARSH, E. J.; RAJARAM, S. The Digital Expansion of the Mind: Implications of Internet Usage for Memory and Cognition. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, v. 8, n. 1, p. 1-14, 1 mar. 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2211368118302717>. Acesso em: 17 fev. 2023.

NIELSEN, J. Usability Inspection Methods. In: Conference Companion on Human Factors in Computing Systems. *Anais [...]*. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 1994. p. 413-414.

OLIVEIRA, E. C. *Uma proposta de dicionário de técnicas de visualização da informação, baseada em Treemap*. 2018. 192 f. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.

POSNER, M. A framework for relating cognitive to neural systems. *Electroencephalography and clinical neurophysiology*, v. 38, p. 155-66, 1986.

REHMAN, A. et al. An architecture for non-linear discovery of aggregated multimedia document web search results. *PeerJ Computer Science*, v. 7, p. e449, 2021. Disponível em: <https://peerj.com/articles/cs-449/>. Acesso em: 17 fev. 2023.

ROVAL, Kleber Ricardi. *Algoritmos e Estrutura de Dados*. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2018.

RUSSEL, S; NORVIG, P. *Inteligência Artificial*. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

RUTHERFORD, A.; WILSON, J. R. *Models of mental models: an ergonomist-psychologist dialogue*. In: N. Moray, editor. *Ergonomics major writings: psychological mechanisms and models in ergonomics*. Taylor and Francis, London, UK, 2004. p. 309-323

SAFDER, I.; HASSAN, S.-U.; ALJOHANI, N. R. AI Cognition in Searching for Relevant Knowledge from Scholarly Big Data, Using a Multi-Layer Perceptron and Recurrent Convolutional Neural Network Model. In: Companion Proceedings of The Web Conference 2018. *Anais [...]*. Republic and Canton of Geneva, CHE: International World Wide Web Conferences Steering Committee, 2018. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3184558.3186334>. Acesso em: 17 fev. 2023.

SARACEVIC, T. Ciência da informação: origem, evolução e relações. *Perspec. Ci. Inf.*, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p. 41-62, jan./jun. 1996. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/pci/article/view/22308/17916>. Acesso em: 19 fev. 2023.

SEARLE, J. *Mente, Cérebro e Ciência*. Lisboa: Edições 70, 1984.

SHETH, A.; ANANTHARAM, P.; HENSON, C. *Semantic, Cognitive, and Perceptual Computing: Advances toward Computing for Human Experience*. 2015. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/283118226\\_Semantic\\_Cognitive\\_and\\_Perceptual\\_Computing\\_Advances\\_toward\\_Computing\\_for\\_Human\\_Experience](https://www.researchgate.net/publication/283118226_Semantic_Cognitive_and_Perceptual_Computing_Advances_toward_Computing_for_Human_Experience). Acesso em: 17 fev. 2023.

SHNEIDERMAN, B. *Designing the user interface: strategies for effective human computer interaction*. 3. ed. Reading, MA: Addison-Wesley, 1998.

TEIXEIRA, J. F. *Mentes e Máquinas: Uma introdução à Ciência Cognitiva*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

THURING, M.; HANNEMANN, J.; HAAKE, J. Hypermedia and Cognition: Designing for Comprehension. *Commun. ACM*, v. 38, p. 57–66, 1 ago. 1995. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/220424069\\_Hypermedia\\_and\\_Cognition\\_Designing\\_for\\_Comprehension](https://www.researchgate.net/publication/220424069_Hypermedia_and_Cognition_Designing_for_Comprehension). Acesso em: 17 fev. 2023.

TORRES, G. *Hardware: Versão Revisada e Atualizada*. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Novaterra, 2013.

VIEIRA, J. M. L. *A contribuição da organização e da visualização da informação para os sistemas de recuperação de informação*. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/12944>. Acesso em: 17 fev. 2023.

VISHAL SHAH; SHRIDEVI, S. A Survey on Cognitive Computing Using Semantic Technology. *EAI Endorsed Trans Cloud Sys*, vol. 3, no. 9, p. e5, jun. 2017. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/324230394\\_A\\_Survey\\_on\\_Cognitive\\_computing\\_using\\_Semantic\\_Technology](https://www.researchgate.net/publication/324230394_A_Survey_on_Cognitive_computing_using_Semantic_Technology). Acesso em: 27 fev. 2023.

WANG, Y., ZHANG, D.; KINSNER, W. (eds). *Advances in cognitive Informatics and cognitive computing*. Berlin, Heidelberg, Springer-Verlag, 2010.

ZELDMAN, Jeffrey. *Understanding Web Design*. A List Apart, 2007.