

UCB-bot: um exemplo de aplicação de computação cognitiva

Eduardo Amadeu Dutra MORESI (moresi@ucb.br)

Mário de Oliveira BRAGA Filho (braga@ucb.br)

Jair Alves BARBOSA (jairab@yahoo.com.br)

Edilson FERNEDA (eferneda@pos.ucb.br)

Curso de Ciência da Computação, Universidade Católica de Brasília

Brasília, DF 71966-700, Brasil

y

Kleiton Alves Rodrigues BATISTA (kleiton.a.batista@gmail.com)

Lynneker de Souza SILVA (lynnekersouza@me.com)

Paulo Gutemberg de Sousa CAVALCANTE (G.Walcott@hotmail.com)

Projeto BEPiD, Universidade Católica de Brasília

Brasília, DF 71966-700, Brasil

RESUMO

A computação cognitiva é uma disciplina que integra conceitos da neurobiologia, da psicologia cognitiva, da ciência da informação e da inteligência artificial. É um campo interdisciplinar de pesquisa que visa a elaboração de modelos computacionais e mecanismos de tomada de decisões baseados nos processos neurobiológicos do cérebro, das ciências cognitivas e da psicologia para dotar os sistemas computacionais das faculdades de saber, pensar e sentir. O UCB-bot é uma aplicação utilizando o IBM Watson, visando responder perguntas sobre benefícios oferecidos pela Universidade Católica de Brasília (UCB) aos seus estudantes.

Palavras-Chave: computação cognitiva, informática cognitiva, aplicações cognitivas, *chatbot*, UCB-bot.

1. INTRODUÇÃO

As empresas precisam concentrar suas atividades em soluções inovadoras para enfrentar os desafios do progresso tecnológico, como o comércio eletrônico, a computação em nuvem, as tecnologias móveis, o processamento de *Big Data*, o aumento do número de aplicações de geração de dados (internet das coisas, mídias sociais, e soluções cognitivas), que definem estratégias de negócios contemporâneas e posição competitiva no mercado. Husek [1] afirma que é crucial implementar novas Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) para pequenas e médias empresas, que necessitam estar atentas às mudanças nas preferências e expectativas de seus clientes. Um novo ambiente de negócios surge e promove novas possibilidades e oportunidades.

A IBM previu que, nos próximos anos, os negócios de TIC concentrar-se-ão nas estruturas sociais e organizacionais das empresas [2]. O elemento significativo nestas áreas é a produção de grandes quantidades de dados que podem ser processados por sistemas cognitivos. De acordo com Stritensky, Stranska e Drabik [3], a aplicação de uma análise aprofundada dos dados das mídias sociais e o fornecimento de relatórios prontos para uso em decisões gerenciais são especialmente úteis para definir a estratégia de comunicação e as ações para momentos de crise.

O fator chave dos sistemas computacionais em um processo de análise é a quantidade de dados. Uma espantosa quantidade foi produzida nos últimos dois anos e seu volume ainda está crescendo. Saltos gigantescos na evolução destes sistemas abrem portas para novas soluções cognitivas que incorporam habilidades de inteligência artificial. O desenvolvimento de

sistemas cognitivos na ciência da computação é um esforço para simular a função do cérebro humano em ambos os aspectos - tomada de decisão e processamento da informação e comunicação oral [4].

Com o objetivo de mostrar um exemplo de uma aplicação de computação cognitiva, este artigo apresenta uma revisão da literatura publicada na base Scopus, o referencial teórico sobre o tema, as possibilidades do supercomputador IBM Watson e uma aplicação de *chatbot* desenvolvida na Universidade Católica de Brasília.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A pesquisa bibliográfica realizada na base Scopus, utilizando a expressão - “*cognitive comput**” OR “*cognitive informat**” OR “IBM Watson”-, recuperou 2218 referências, cuja evolução é apresentada na Figura 1. Pode-se observar que houve um aumento no número de publicações nos últimos anos.

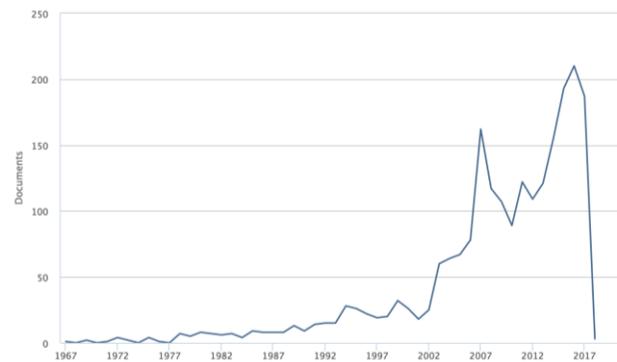


Figura 1 – Evolução dos artigos publicados na base Scopus.

A Figura 2 apresenta as publicações por áreas do conhecimento onde verifica-se que o Ciência da Computação tem os maiores percentuais, seguida por Engenharia e Medicina.

A Figura 3 apresenta uma nuvem de coocorrência de termos utilizando o aplicativo Vosviewer. Pode-se observar que os termos com maior frequência são: *cognitive systems*, *cognitive computing*, *cognitive informatics* e *information Science*.

Para a síntese da revisão de literatura, foram analisados os artigos mais citados e os mais recentes, que são pertinentes ao tema abordado. Williamson [5] examina o programa IBM “*Smarter Education*” focando especificamente suas aplicações analíticas de aprendizagem, baseadas em algoritmos de aprendizado de máquina, e desenvolvimento de computação

computação cognitiva possam atuar de forma similar ao cérebro. Outro ponto comum é que informática cognitiva e computação cognitiva têm conceitos similares e interface com diversas ciências. Trata-se de um ciência em construção e que com grandes perspectivas de futuro.

3. COMPUTAÇÃO COGNITIVA

A cognição é um processo da mente humana encarregado de criar conhecimento e compreensão, obtendo uma representação abstrata da realidade [18]. No entanto, deve-se notar que não há uma definição comumente aceita de cognição ou da própria mente, apesar da extensa pesquisa sobre esta temática [19].

A computação cognitiva, termo originalmente cunhado por Valiant em 1995 [20], foi definida de forma diferente por vários pesquisadores ao longo do tempo e de contextos distintos. Ele definiu computação cognitiva como uma disciplina que integra conceitos da neurobiologia, da psicologia cognitiva e da inteligência artificial. Brasil, Azevedo e Barreto [21] afirmam que a computação cognitiva é uma coleção de tecnologias emergentes inspiradas no processamento biológico da informação pelo sistema nervoso, no raciocínio humano, na tomada de decisões e na seleção natural.

A crescente quantidade de dados na Internet está pavimentando o caminho para sistemas com habilidades cognitivas, buscando interconexões e estruturas de dados não estruturados. Sistemas cognitivos com inteligência artificial possuem capacidades de auto aprendizado. Portanto, eles são mais adequados para a análise e a proposta de soluções adaptativas do que os softwares tradicionais. As ciências cognitivas associadas à tecnologia computacional estão sendo chamados de computação cognitiva, que consiste em auto aprendizagem, compreensão da fala humana, algoritmo genético, simulações cerebrais e assim por diante [22].

Reynolds e Feldman [23] definiram os sistemas cognitivos como:

- capacidade de processar grandes volumes de dados oriundos de fontes heterogêneas;
- aprendizagem dinâmica e adaptativa a partir de mudanças permanentes de informação;
- probabilísticos por buscarem a descoberta de novos padrões baseados no contexto e na criação de hipóteses baseadas em evidências;
- sistemas automatizados altamente integrados em locais de trabalho em que determinados módulos são geridos a partir de um sistema central, que processa novos dados e os compara com dados históricos;
- processamento de dados baseado em significado com o uso de linguagens natural e semântica;
- altamente interativos por contemplarem ferramentas para comunicação e interação com humanos, bem como para análise e visualização de dados.

A computação cognitiva depende da identificação de observações e informações, que um indivíduo dotado de capacidade analítica não pode perceber. Esta técnica ajuda as empresas a identificar novas oportunidades que podem levar a melhores resultados em competir com outras companhias. Portanto, algumas organizações de indústrias como saúde, ciência, governo e bancos, usam as habilidades de computação cognitiva para enfrentar seus maiores desafios [7].

Em suma, a computação cognitiva é um campo multidisciplinar

de pesquisa que visa a elaboração de modelos computacionais e mecanismos de tomada de decisões baseados nos processos neurobiológicos do cérebro, das ciências cognitivas e da psicologia para dotar os sistemas informatizados das faculdades de saber, pensar e sentir. Além disso, é possível notar que os modelos de computação cognitiva podem ser suportados por grandes dados tal como os algoritmos de extração automática de conhecimento do IBM Watson [24].

4. O IBM WATSON

No último século, a IBM realizou várias inovações científicas graças ao seu compromisso com a pesquisa e a sua tradição em propor soluções tecnológicas para grandes desafios. O Watson é o mais novo grande desafio de pesquisa da IBM. Ele foi projetado para desenvolver a ciência do processamento de linguagens naturais através de avanços na tecnologia de perguntas e respostas.

O Watson é um sistema otimizado para carga de trabalho, baseado na arquitetura IBM DeepQA e executado em um cluster de servidores baseados em processadores IBM POWER7 [25].

A DeepQA é uma arquitetura com uma metodologia complementar, que a IBM começou a adaptá-la para diferentes aplicações comerciais e outros problemas desafiantes a serem explorados, inclusive nas áreas de medicina, pesquisa corporativa e jogos. Os princípios predominantes da DeepQA são:

- paralelismo maciço que é explorado na consideração de várias interpretações e hipóteses;
- muitos especialistas o que facilita a integração, a aplicação e a avaliação contextual de uma ampla gama de análises probabilísticas de perguntas e conteúdos fracamente acopladas;
- estimativa universal de confiança considerando que não há um único componente que se compromete com uma resposta;
- todos os componentes produzem características e confianças associadas, pontuando interpretações diferentes de perguntas e conteúdos, em que um substrato subjacente de processamento de confiança aprende a empilhar e combinar as pontuações;
- integração de conhecimento superficial e profundo o que equilibra o uso de semânticas restrita e semântica superficial, aproveitando-se de muitas ontologias formadas livremente.

O projeto promoveu os campos da análise de dados não estruturados, do processamento de linguagem natural e do design de sistemas otimizados para suportar cargas de trabalho. A tecnologia por trás do Watson pode ser adaptada para resolver problemas comerciais e sociais como, por exemplo, diagnosticar doenças, lidar com perguntas de suporte técnico *online* e analisar grandes volumes de documentos jurídicos, para promover o progresso em vários setores.

A capacidade do Watson está no entendimento do significado e do contexto da linguagem humana para processar rapidamente informações e encontrar respostas precisas para perguntas complexas. Isto reflete o seu grande potencial para transformar a forma como os computadores podem ajudar as pessoas a realizar tarefas nos negócios e em suas vidas pessoais.

O Watson oferece as seguintes ferramentas, que são consumidas via API (*Application Programming Interface*) [25]:

- *AlchemyAPI*: contempla três serviços que permitem a construção de aplicações cognitivas que compreendem conteúdos e contextos em imagens e textos. Identifica nomes de

pessoas, companhias e outros dados (entidades nomeadas) mencionados em artigos ou analisa fotos;

- *Concept Expansion*: analisa textos e aprende termos similares (palavras ou frases) com base no contexto, auxiliando a criação de um léxico (conjunto de termos relacionados) de um grupo de dados ou de fragmentos de textos. Possibilita a compreensão de dados e melhora as estruturas de análise textual;

- *Concept Insights*: o serviço conecta documentos a serem analisados a gráficos ou conceitos baseados na Wikipedia. Dois tipos de links são identificados: explícitos (quando se referem a uma menção direta ao conceito) e implícito (que conecta seus documentos com conceitos relevantes não diretamente mencionados no texto);

- *Dialog Service*: permite projetar aplicações que interagem com usuários finais por meio de uma interface de conversação. Habilita aplicações em linguagem natural para prover respostas automáticas para questões encaminhadas por consumidores, encaminhamento de processos ou atendimento para solução de tarefas;

- *Document Conversion*: é um serviço que converte HTML, PDF ou arquivos de Word em um HTML normalizado, planilha de textos ou conjunto de unidades de respostas formatadas que podem ser aplicadas junto a outras ferramentas disponíveis no Watson;

- *Language Translation*: traduz dinamicamente notícias ou documentos e possibilita a publicação de conteúdos de forma instantânea em múltiplos idiomas, além de auxiliar na comunicação em diferentes línguas. Há disponibilidade entre diversos idiomas, inclusive tradutor do inglês para o português (e vice-versa);

- *Natural Language Classifier*: a ferramenta aplica técnicas de computação cognitiva para ajudar os usuários a criar melhores frases ou parágrafos. Por exemplo, você submete uma questão e o serviço retorna os termos-chave que melhor se encaixam naquela resposta;

- *Personality Insights*: a ferramenta oferece sugestões baseadas em dados transacionais e mídias sociais para identificar perfis psicológicos que podem determinar decisões de compra, intenções e comportamentos e, assim, ampliar taxas de conversão;

- *Relationship Extraction*: capta termos em frases e detecta a relação entre seus vários componentes. Os componentes rastreados incluem diversas partes de um discurso (sujeito, verbo, adjetivo, conjunção, etc) e funções (predicado, objeto, etc). O serviço mapeia a relação entre os componentes o que facilita a compreensão, pelos usuários ou pelos motores de análise, do significado individual de uma sentença ou de um documento;

- *Retrieve and Rank*: o serviço ajuda a encontrar as informações mais relevantes para suas buscas usando uma combinação de pesquisa com algoritmos de aprendizado de máquina que detectam sinais nos dados;

- *Speech to Text*: o serviço converte a fala humana para texto e pode ser usado para toda aplicação que precisa de uma ponte entre a voz e um documento escrito, incluindo sistemas de controle, transcrição de entrevistas ou conferências telefônicas e a possibilidade de ditar e-mails e notas. O serviço está disponível em inglês, japonês, mandarim, português e espanhol;

- *Text to Speech*: essa tecnologia faz o oposto do serviço anterior, transformando texto em áudio com entonação e cadência apropriada, estando disponível em diversos idiomas;

- *Tone Analyser*: realiza a análise cognitiva linguística para identificar as melhores entonações para diferentes contextos de comunicação. Ele detecta três tipos de tons: emocionais (raiva, desgosto, medo, alegria e tristeza), propensão social (abertura e

conhecimento) e estilos de escrita (analítica, profissional e argumentativa) em um texto;

- *Tradeoff Analytics*: a tecnologia ajuda as pessoas a fazerem melhores escolhas levando em conta múltiplos objetivos, conflitos e outros fatores que compõem o processo de tomada de decisão. A tecnologia usa a lógica de Pareto (80/20) para filtrar técnicas com a finalidade de identificar melhores alternativas entre distintos critérios;

- *Visual Recognition*: o serviço permite analisar imagens ou trechos de vídeos para compreender o que acontece em uma cena, ajudando no reconhecimento e na classificação semântica de informações visuais, como objetos ou eventos;

- *Cognitive Commerce*: o serviço, disponibilizado no Bluemix por um parceiro IBM chamado *Cognitive Scale*, ajuda empresas em transações comerciais;

- *Cognitive Graph*: o recurso agrupa conhecimento fornecido por terceiros, dados internos, fontes privadas de informações e usa modelos de domínios específicos em respostas com representação gráfica;

- *Cognitive Insights*: o serviço oferece *insights* e previsões com base em contexto e observações personalizadas que têm como propósito evocar ações nos usuários. Os *insights* servem para aumentar o conhecimento, a percepção e a identificação de um tópico por um usuário com o objetivo de aumentar a eficiência, melhorar processos de decisão e fortalecer sua habilidade de reagir rapidamente a um cenário emergente.

5. METODOLOGIA

A metodologia seguida para o desenvolvimento da aplicação compreendeu os seguintes passos:

- pesquisa bibliográfica em que foram realizados estudos e levantamentos bibliográficos para o conhecimento do estado da arte do tema proposto, efetuando-se consultas às bases do Portal CAPES;

- definição do escopo da aplicação empregando o método *Challenge Based Learning* (CBL), sendo identificados os atores essenciais para alcançar os objetivos propostos, além de interações presenciais para levantamentos de necessidades e de requisitos para o desenvolvimento do aplicativo;

- desenvolvimento da aplicação;

- a aplicação foi testada durante trinta dias.

O desenvolvimento da aplicação compreendeu as seguintes metodologias:

- a aprendizagem baseada em desafios (*Challenge Based Learning* - CBL), que é uma metodologia colaborativa, que orienta os desenvolvedores a trabalhar com especialistas para o aprofundamento do conhecimento sobre os temas dos aplicativos [26, 27];

- Scrum, que é uma metodologia ágil para a gestão e planejamento de projetos de software. No Scrum, os projetos são divididos em ciclos chamados Sprints, que compreende o conjunto de atividades a serem executadas [28].

O foco principal está em aceitar e resolver desafios, executando ações, compartilhando a sua experiência e entrando em uma discussão global sobre questões importantes.

O CBL começa com uma grande ideia e segue as seguintes etapas: definição de uma questão essencial; identificação de um desafio; proposição de questões norteadoras; descrição de atividades, recursos, determinação e articulação da solução; executar medidas para implementar a solução; avaliação dos resultados. O processo também integra atividades importantes em curso, como reflexão, avaliação e documentação.

6. O UCB-bot

O UCB-bot é uma aplicação do tipo *chatbot* que foi desenvolvida consumindo APIs do IBM Watson. A Figura 5 mostra a tela inicial do UCB-bot, onde há uma descrição da Dra Sibi, que é a mascote que irá interagir com os usuários.



Figura 5 – Tela inicial do UCB-bot.

Inicialmente, foi identificado um problema real dos estudantes da Universidade Católica de Brasília, que são informações sobre os benefícios que a Instituição oferece para eles. Os benefícios incluídos na aplicação foram:

- financiamento pelo FIES;
- descontos e bolsas parciais ou totais;
- bolsa social;
- descontos de pontualidade e familiar;
- financiamentos estudantis;
- bolsas PROUNI.

Na aplicação do CBL foi identificada a grande ideia: criar uma solução que possibilite aos alunos esclarecimento de dúvidas em tempo real, ou seja, 24 horas por dia e sete dias por semana. Para identificar o desafio foram levantadas as seguintes questões essenciais:

- como sanar a dúvida dos estudantes utilizando recursos online;
- como oferecer informações de maneira simples para estudantes;
- como melhorar o atendimento aos estudantes.

A partir da resposta a essas questões foi definido o seguinte desafio: desenvolver uma aplicação que possibilite os alunos a interagir com um *chatbot* para esclarecer dúvidas e desafogar os canais de atendimento disponíveis na UCB. A equipe de desenvolvimento contou com a orientação de equipe de técnicos da Universidade, que têm conhecimento dos processos de atendimento incluídos na aplicação.

Para orientar o desenvolvimento e a delimitação do escopo do aplicativo foram levantadas as seguintes questões guia:

- existe alguma aplicação semelhante à proposta;
- qual o público alvo (público interno ou externo à UCB);
- qual a quantidade de questões que serão propostas para treinar o *chatbot*;
- como o *chatbot* será treinado;
- quais são as dúvidas mais frequentes dos usuários sobre o tema descrito;
- o que é preciso para responder de forma satisfatória;
- qual o tempo gasto por um atendente humano para esclarecer as demandas de um usuário;
- como será armazenado o histórico de cada conversa;
- há necessidade de disponibilizar o histórico da conversa para o usuário;

- o usuário poderá visualizar o histórico da conversa;
- como será a forma de divulgação para que mais usuários a utilize;
- o usuário terá que realizar o cadastro para utilizar o sistema;
- como será feita a pesquisa de satisfação do usuário;
- é preciso identificar o nível de sentimento da conversa;
- como identificar o nível de sentimento da conversa;
- existe alguma necessidade de usar um mascote no *chatbot*;
- como tratar perguntas fora do contexto;
- será necessário gerar algum relatório para análise futura;
- qual será o nome do *chatbot*;
- qual número de pessoas atendidas diariamente e mensalmente;
- existe uma estimativa em relação ao número de pessoas atendidas e a quantas entram na *homepage* da UCB periodicamente;
- onde a aplicação será hospedada;
- quais os custos envolvidos na hospedagem e no consumo das APIs;
- qual o limite de acesso simultâneo;
- como será prestado o suporte;
- apos o término da etapa de desenvolvimento quem ficará responsável pela aplicação.

A Figura 6 apresenta a tela de diálogo com a Dra Sibi. Ao ser feita uma pergunta sobre um dos assuntos pertinentes ao *chatbot*, a resposta é apresentada em seguida. Todo o diálogo da interação ficará disponível para o usuário.



Figura 6 – Tela de diálogo da Dra Sibi com o usuário.

7. CONCLUSÃO

O objetivo deste artigo foi apresentar revisão de literatura de computação cognitiva, a partir de uma pesquisa bibliográfica na base Scopus. A seguir, o referencial teórico aborda conceitos de computação cognitiva evidenciando o seu caráter interdisciplinar. As funcionalidades do IBM Watson revelam o seu potencial para o tratamento de informações de diversos tipos.

A eficácia do IBM Watson depende muito das fontes que ele pode analisar. No caso apresentado, o UCB-bot, as fontes utilizadas foram as normas internas que tratam de benefícios para os estudantes. Trata-se de um *chatbot* que ainda está em evolução, havendo a previsão para que possa evoluir para diálogos mais inteligentes. Um perspectiva futura é que o diálogo possa ser feito por meio de voz.

REFERENCIAS

- [1] HUSEK, M. Effective Usage of Implementing ICT in Small and Mediumsized Enterprises. **Studia commercialia Bratislavensia**, v. 32, n. 8, p. 546-558, 2016.
- [2] EPICOR Software Corporation. Year 2013 will bring the expansion of cloud and mobile solutions. **IT News**. January 15, 2013.
- [3] STRITESKY, V.; STRANSKA, A.; DRABIK, P. Crisis communication on Facebook. **Studia commercialia Bratislavensia**, v. 29, n. 8, p. 103-111, 2015.
- [4] CERVENKA, P.; HLAVATY, I.; MIKLOSIK, A.; LIPIANSKA, J. Using cognitive systems in marketing analysis. **J. Economic Annals-XXI**, v. 160, n. 7-8, p. 56-61, 2016.
- [5] WILLIAMSON, B. Computing brains: learning algorithms and neurocomputation in the smart city. **Information, Communication & Society**, v. 20, n. 1, p. 81-99, 2017.
- [6] RHRISSORRAKRAI, K.; KOYAMA, T.; PARIDA, L. Watson for Genomics: Moving Personalized Medicine Forward. **Trends in Cancer**, v. 2, n. 8, p. 392-395, 2016.
- [7] GUTIERREZ-GARCIA, J. O.; LÓPEZ-NERI, E. Cognitive Computing: A Brief Survey and Open Research Challenges. **3rd International Conference on Applied Computing and Information Technology/2nd International Conference on Computational Science and Intelligence**, p. 3280333, 2015.
- [8] SOFFER, A.; KONOPNICKI, D.; ROITMAN, H. When Watson Went to Work - Leveraging Cognitive Computing in the Real World. **SIGIR '16**, Pisa, Italy, 2016.
- [9] Wang, Y. On cognitive informatics. **Brain and Mind**, v. 4, n. 2, p. 151-167, 2003.
- [10] WANG, Y.; BACIU, G.; YAO, Y.; ZHANG, D.; ZHU, H. Perspectives on cognitive informatics and cognitive computing. **International Journal of Cognitive Informatics and Natural Intelligence**, v. 4, n. 1, p. 1-29, 2010.
- [11] WANG, Y.; FARIELLO, G.; GAVRILOVA, M.L.; SHELL, D.F.; TSUMOTO, S. Perspectives on cognitive computers and knowledge processors. **International Journal of Cognitive Informatics and Natural Intelligence**, v. 7, n. 3, p. 1-24, 2013.
- [12] Wang, Y.; Widrow, B., Zhang, B., Weise, T., Zhang, D. Perspectives on the field of cognitive informatics and its future Development. **International Journal of Cognitive Informatics and Natural Intelligence**, v. 5, n. 1, p. 1-17, 2011.
- [13] CERVENKA, P.; HLAVATY, I.; MIKLOSIK, A.; LIPIANSKA, J. Using cognitive systems in marketing analysis. **Economic Annals-XXI**, v. 160, n. 7-8, p. 56-61, 2016.
- [14] PHILIPP, P.; MALESHKOVA, M. KATIC, D.; MÜLLER, B.; STUDER, R. Toward cognitive pipelines of medical assistance algorithms. **International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery**, v. 11, n. 9, p. 1743-1753, 2016.
- [15] REUMANN, M.; BÖTTCHER, B. Cognitive Computing - Essential part of medicine in 2020, **Tumor Diagnostik und Therapie**, v. 37, n. 6, p. 322-326, 2016.
- [16] KIENZLE, M.G. Cognitive Technologies for Smarter Cities. **Proceedings - International Conference on Distributed Computing Systems**, p. 12-21, 2016.
- [17] TAAL, A.; SHERER, J.A.; BENT, K.-A.; FEDELES, E.R. Cognitive computing and proposed approaches to conceptual organization of case law knowledge bases: a proposed model for information preparation, indexing, and analysis. **Artificial Intelligence and Law**, v. 24, n. 4, p. 347-370, 2016.
- [18] GLASERSFELD, E. Cognition, construction of knowledge, and teaching. **Synthese**, v. 80, n. 1, p. 121-140, 1989.
- [19] SHAW-WILLIAMS, K. The social trackways theory of the evolution of human cognition. **Biological Theory**, v. 9, n. 1, p. 16-26, 2014.
- [20] VALIANT, L. G. Cognitive computation. **Proc. of the IEEE 54th Annu. Symp. on Foundations of Computer Science**, p. 21995, pp. 2-12.
- [21] BRASIL, L. M.; AZEVEDO, F. M.; BARRETO, J. M. Hybrid expert system for decision supporting in the medical area: complexity and cognitive computing. **International Journal of Medical Informatics**, v. 63, n. 1, p. 19-30, 2001. ^[SEP]
- [22] RYBA, A. Cognitive computing promises next revolution in IT. Computer shall better understand humans. **IT News**, September 5, 2014.
- [23] REYNOLDS, H.; FELDMAN, S. Cognitive computing: Beyond the hype. **KM World**. Jun 27, 2014.
- [24] FERRUCCI, D. A. Introduction to this is Watson. **IBM Journal of Research and Development**, v. 56, n. 3-4, p. 1-15, 2012. ^[SEP]
- [25] IBM. **Watson – Um Sistema Projetado para Respostas**: o futuro do design de sistemas otimizados para carga de trabalho. IBM Corporation, 2011.
- [26] NICHOLS, M.; CATOR, K.; TORRES, M. **Challenge Based Learner User Guide**. Redwood City, CA: Digital Promise, 2016.
- [27] NICHOLS, M.; CATOR, K. **Challenge Based Learning**. White Paper. Cupertino, California: Apple, Inc., 2008.
- [28] PRIKLANDNICKI, R.; WILLI, R.; MILANI, F. **Métodos ágeis para desenvolvimento de software**. Porto Alegre: Bookman, 2014.