

A INTEGRAÇÃO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA METODOLOGIA COMMONKADS PARA DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS BASEADOS EM CONHECIMENTO

Nelma Rodrigues Pereira⁴⁰

Vanessa Roberg⁴¹

Denilson Sell⁴²

Roberto Carlos dos Santos Pacheco⁴³

RESUMO

Este artigo apresenta a integração da inteligência artificial na metodologia CommonKADS para o desenvolvimento de sistemas baseados em conhecimento. A metodologia CommonKADS é amplamente adotada pela sua organização sistemática e estruturada da engenharia de conhecimento em sistemas de informação. Entretanto, com o avanço da IA, tornou-se fundamental explorar como integrar as técnicas e algoritmos de IA para aperfeiçoar o processo de desenvolvimento e a efetividade dos sistemas baseados em conhecimento. O trabalho expõe as principais técnicas de IA aplicáveis à metodologia CommonKADS e propõe diretrizes para uma integração mais eficaz, proporcionando uma base sólida para o desenvolvimento de sistemas baseados em conhecimento mais inteligentes e adaptáveis.

Palavras-chave: Inteligência Artificial. Metodologias. Engenharia do Conhecimento.

1 INTRODUÇÃO

A inteligência artificial (IA), conforme definida por Nilsson (2009), é uma área da ciência da computação que se dedica ao desenvolvimento de sistemas que podem raciocinar, aprender e agir de forma autônoma.

Complementando essa perspectiva, Russell e Norvig (2023) abordam a inteligência artificial como uma área que estuda como criar agentes inteligentes, que são sistemas que podem perceber seu ambiente e tomar ações que maximizem seus objetivos.

A aplicação da inteligência artificial abrange diversas áreas, conforme apresentado por diferentes estudos. Esteva et al. (2017) destacam o papel da IA no aprimoramento do diagnóstico médico, abrangendo especialidades como oncologia, cardiologia e neurologia.

⁴⁰ Professora – Tecnologia – Faculdade SENAC Tubarão Instituição – nelma.rpereira@gmail.com

⁴¹ Professora – Tecnologia – Faculdade SENAC Tubarão Instituição – vanessaroberg@gmail.com

⁴² Professor - Programa de Pós-graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento - UFSC

⁴³ Professor - Programa de Pós-graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento - UFSC

Além disso, Kahn et al. (2018) enfatizam a utilização da IA na personalização do aprendizado;

A inteligência artificial (IA) está sendo utilizada para personalizar o aprendizado de alunos em diversas áreas, incluindo a matemática, a ciência e a língua inglesa. Por exemplo, a IA está sendo utilizada para fornecer *feedback* personalizado aos alunos, para adaptar o conteúdo do curso às necessidades individuais dos alunos e para acompanhar o progresso dos alunos ao longo do tempo.

Manyika et al. (2011) apontam que a IA tem impacto significativo na melhoria da tomada de decisão em setores como marketing, finanças e logística. A capacidade de processar e analisar grandes volumes de dados permite que a IA preveja tendências de consumo, otimize carteiras de investimentos e aprimore a eficiência da cadeia de suprimentos, impulsionando a inovação, a competitividade e a produtividade.

Kroll et al. (2017) destacam a contribuição da IA para a segurança pública, abrangendo áreas como vigilância, análise de dados e tomada de decisão. A capacidade da IA de identificar criminosos, analisar imagens de vídeo e auxiliar na resposta a incidentes oferece um suporte valioso para melhorar a eficácia das operações de segurança.

Ao observarmos as aplicações da inteligência artificial conforme vistos nos exemplos acima, fica claro que ela desempenha um papel crucial em diversas áreas. Na engenharia do conhecimento, essa influência não é exceção.

A inteligência artificial tem sido aplicada com sucesso em diversas áreas da engenharia do conhecimento, incluindo a captura de conhecimento, a modelagem de conhecimento e o desenvolvimento de sistemas baseados em conhecimento. (MUSSE; OHIRA; CISLAGHI, 2011)

A automação da captura de conhecimento é destacada por Motta et al. (2018), que salientam como a IA pode ser utilizada para reduzir o tempo e o custo associados à captura de conhecimento de especialistas, utilizando técnicas como análise de texto e mineração de dados.

No contexto da modelagem de conhecimento, Alves et al. (2017) apresenta que a IA é uma ferramenta valiosa para gerar modelos a partir de dados, identificando padrões que poderiam ser difíceis de detectar manualmente.

Mendes et al. (2019) complementam a discussão ao destacar a capacidade da IA em fortalecer e aprimorar sistemas baseados em conhecimento, tornando-os mais robustos e inteligentes.

Diante disso, este artigo examinará as contribuições da inteligência artificial na engenharia do conhecimento, com ênfase na metodologia CommonKADS. A análise visa compreender o estado atual da integração dessas tecnologias, mas também explorar perspectivas e desafios emergentes.

2 ENGENHARIA DO CONHECIMENTO

A engenharia do conhecimento é compreendida como a aplicação de técnicas de engenharia voltadas para o desenvolvimento de sistemas que fazem uso do conhecimento. Em linhas gerais, seu propósito fundamental é criar sistemas capazes de capturar, representar e utilizar o conhecimento de maneira eficiente e eficaz (SOWA, 2012).

Adicionalmente, a visão apresentada por Musse, Ohira e Cislighi (2011) destaca a engenharia do conhecimento como uma área interdisciplinar. Sua atuação é dedicada ao estudo e desenvolvimento de métodos, técnicas e ferramentas específicas para a captura, representação, organização, armazenamento e utilização do conhecimento.

As metodologias de engenharia do conhecimento desempenham um papel fundamental no desenvolvimento de sistemas baseados em conhecimento, oferecendo um conjunto estruturado de processos, técnicas e ferramentas. Dentre as metodologias, destacam-se a *KADS*, *CommonKADS*, *METHONTOLOGY* e *OMEGA*, cada uma com suas características distintivas:

- **KADS (Knowledge Acquisition and Documentation System):**
 - Desenvolvida na Europa na década de 1980, foca especialmente na modelagem do conhecimento e é reconhecida por ser uma das primeiras amplamente adotadas. Seu embasamento no conceito de ontologia, uma representação formal do conhecimento, guia técnicas como análise de tarefas e análise de modelos (WOUTERS et al., 1990).
- **METHONTOLOGY:**
 - De origem australiana, concentra-se na modelagem do conhecimento. Desenvolvida na década de 1990, utiliza o conceito de escopo de conhecimento, um modelo que descreve o que deve ser representado no modelo de conhecimento. Seus processos incluem a construção do escopo de conhecimento, análise de tarefas, análise de domínio e modelagem do conhecimento (FONSECA; GOMES, 1997).
- **OMEGA:**
 - Metodologia brasileira da década de 2000, abrange todas as etapas do processo de engenharia do conhecimento. Baseando-se no conceito de ciclo de vida do conhecimento, a OMEGA define processos, técnicas e ferramentas, com especial ênfase na colaboração entre especialistas e desenvolvedores (FONSECA; GOMES, 2004).

- **CommonKADS:**

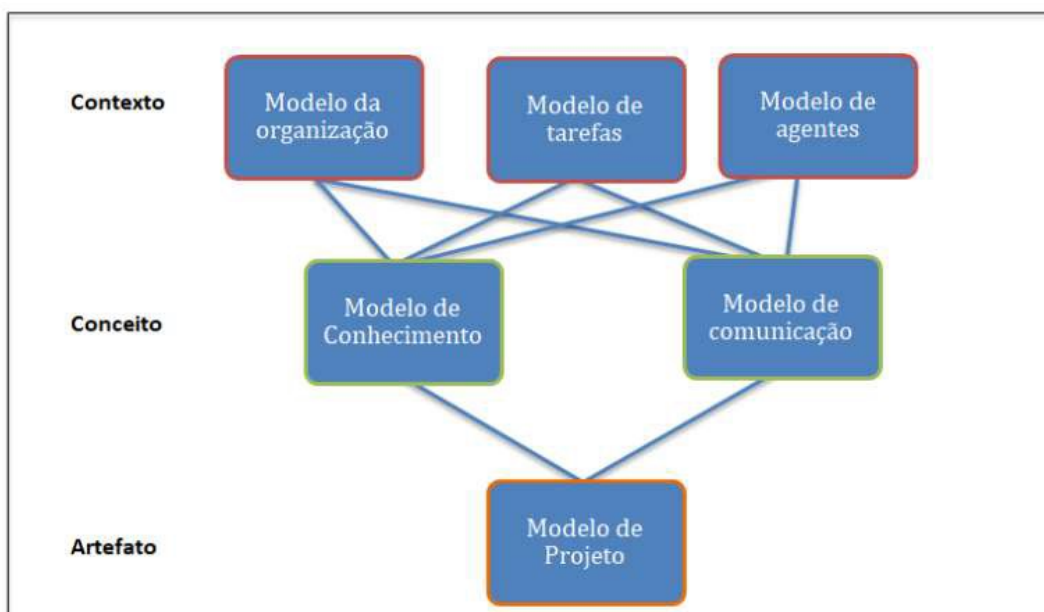
- Uma evolução da *KADS* desenvolvida na década de 1990, abrange todas as etapas do processo de engenharia do conhecimento. Seu modelo de ciclo de vida do conhecimento descreve as fases desse processo, e a metodologia define processos, técnicas e ferramentas para cada uma dessas etapas (SCHREIBER et al., 1999).

2.1 COMMONKADS

Desenvolvido por Schreiber, Akkermans, Anjewierden, Hoog, Shadbolt, Van de Velde e Wielinga em pesquisas realizadas na década de 1990 e fundamentada no livro “Knowledge Engineering and Management: The CommonKADS Methodology”, publicado em 2000, o CommonKADS (Common Knowledge Analysis and Design Structuring), é uma metodologia focada em gestão do conhecimento e sistemas baseados em atividades intensivas de conhecimento (ALARCON et al., 2010). Atualmente, muitos ainda consideram esta metodologia como uma referência em gestão e desenvolvimento de sistemas de conhecimento.

O conhecimento e a experiência adquirida durante os anos, resultou no conjunto de modelos do CommonKADS na forma prática para a base da análise de conhecimento. Como consequência disso, o CommonKADS atualmente é a metodologia mais difundida e testada em projetos reais (Freitas Júnior, 2003).

Figura 1: Modelo de aplicação do CommonKads



Autor: Schreiber et al. (2002)

A metodologia CommonKADS tem como objetivo apoiar o desenvolvimento de sistemas baseados em conhecimento. Esta metodologia surgiu da necessidade de se construir sistemas de conhecimento para a indústria com qualidade, escalabilidade, de forma estruturada, controlada e repetível (SCHREIBER et al, 2000).

O CommonKADS é composto por seis modelos que estão distribuídos em três níveis, sendo eles o nível de contexto, de conceito e de artefato. O CommonKADS também possui princípios que o definem e é dividido em partes, as quais são chamadas de modelos.

2.2 Automação de Tarefas na Metodologia CommonKADS

A integração da Inteligência Artificial na Metodologia CommonKADS permite a automação de tarefas, promove não apenas o aumento da produtividade, mas também a otimização dos processos executados.

No contexto da metodologia CommonKADS, a integração da Inteligência Artificial (IA) proporciona diversas vantagens, como destacado por Suárez-Figueroa e Gómez-Pérez (2010). Entre essas vantagens, está a automatização de tarefas, agilizando o processo de desenvolvimento e promovendo a criação de sistemas mais inteligentes e adaptáveis. A escolha das ferramentas e técnicas de IA depende das características específicas do projeto e dos objetivos do sistema a ser desenvolvido.

Studer, Benjamins e Fensel (1998) salientam que a IA possui o potencial de automatizar tarefas repetitivas na Metodologia CommonKADS, como a análise de requisitos, a modelagem de conhecimento e a geração de código. Essa automação pode resultar em um aumento significativo na produtividade e na eficiência do processo de desenvolvimento de sistemas de conhecimento.

Além disso, García-Castro e López-Cobo (2006) enfatizam que a geração de código, etapa final do desenvolvimento de sistemas CommonKADS, pode ser automatizada com o uso de técnicas de IA, como *templates* e algoritmos de inferência. Ferramentas como JADE (*Java Agent Development Framework*) e RETSINA (*Rule Engine for Situated Agents*) são exemplos que facilitam a criação de agentes inteligentes a partir de modelos CommonKADS.

2.3 Aprendizado de Máquina e Modelagem de Conhecimento

A aprendizagem de máquina desempenha um papel muito importante na modelagem do conhecimento. Studer, Benjamins e Fensel (1998) destacam a utilidade do aprendizado de máquina na extração de conhecimento a partir de dados brutos. Eles

apontam que algoritmos como árvores de decisão e redes neurais artificiais podem ser empregados para identificar padrões e regras nos dados, contribuindo assim para a construção de modelos de conhecimento eficazes.

Por sua vez, Uschold e Grüninger (1996) ressaltam a aplicabilidade do aprendizado de máquina na construção de ontologias, fundamentais para a modelagem de conhecimento na metodologia CommonKADS. Eles sugerem o uso de algoritmos como k-means e clusterização hierárquica para agrupar entidades e conceitos, simplificando a organização do conhecimento dentro dessas estruturas.

Van Harmelen e Balder (1999) salientam que a metodologia CommonKADS fornece uma estrutura adequada para a integração de técnicas de aprendizado de máquina no desenvolvimento de sistemas inteligentes. Eles enfatizam que o aprendizado de máquina pode ser empregado para automatizar tarefas repetitivas, como a aquisição de conhecimento e a atualização de modelos de conhecimento, o que contribui para aumentar a eficiência do processo de desenvolvimento.

2.4 Suporte à Tomada de Decisão Baseada em Conhecimento

Sistemas baseados em IA podem auxiliar na tomada de decisão em diferentes fases do ciclo de vida do projeto CommonKADS. Na fase de análise de requisitos, a IA pode ser utilizada para identificar e analisar as necessidades dos stakeholders. Na fase de modelagem de conhecimento, a IA pode ser utilizada para auxiliar na construção de modelos de conhecimento que representem o conhecimento do domínio. Na fase de implementação, a IA pode ser utilizada para desenvolver sistemas que utilizem o conhecimento para tomar decisões (STUDER, ; BENJAMINS; FENSEL, 1998)

Com isso, o World Wide Web Consortium (W3C) (2001) enfatiza que a metodologia CommonKADS proporciona uma estrutura propícia para a integração de técnicas de IA no suporte à tomada de decisão. A IA é apontada como uma ferramenta valiosa para automatizar tarefas repetitivas, como análise de dados e geração de relatórios, além de contribuir para a avaliação do sistema e identificação de oportunidades de melhoria.

2.5 Melhoria Contínua e Integração com Tecnologias Emergentes

Conforme argumentado por Studer, Benjamins e Fensel (1998), a Inteligência Artificial desempenha um papel de extrema importância na melhoria contínua dos sistemas desenvolvidos com base na metodologia CommonKADS.

Esses sistemas se beneficiam da capacidade da IA em facilitar a coleta constante de *feedback* e dados de desempenho. Mais ainda, a IA é essencial na análise desses

dados, permitindo a identificação precisa de áreas de aprimoramento. Adicionalmente, a IA pode automatizar a coleta de *feedback* dos usuários, promovendo um ciclo de retroalimentação eficiente que, por sua vez, eleva a qualidade do sistema de forma consistente.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A integração da inteligência artificial (IA) na engenharia do conhecimento, especialmente na abordagem CommonKADS, revela-se um importante catalisador para a evolução e eficácia dos sistemas baseados no conhecimento. À medida que exploramos as diversas aplicações da inteligência artificial, desde a automatização de tarefas ao apoio à decisão, o potencial transformador da tecnologia em muitas áreas torna-se evidente.

A capacidade de coletar continuamente *feedbacks* e dados de desempenho, e analisar com precisão esses dados, permite identificar áreas de melhoria e promover uma adaptação ágil às necessidades do ambiente.

Além disso, a IA forneceu apoio crítico em todas as fases do ciclo de vida do projeto CommonKADS, desde a análise de requisitos até à implementação, demonstrando a sua versatilidade e utilidade em diferentes contextos. A automação de tarefas, a aprendizagem personalizada e a tomada de decisões otimizadas são apenas uma das áreas em que a IA se destaca, impulsionando a inovação e a eficiência em todos os setores.

Diante do exposto, fica claro que a inteligência artificial está profundamente interligada aos fundamentos e práticas da engenharia do conhecimento. A sua capacidade de automatizar processos, extrair informações valiosas de dados e facilitar a tomada de decisões informadas torna-o numa ferramenta indispensável para o desenvolvimento de sistemas inteligentes e adaptativos.

REFERÊNCIAS

ALARCON, R. H.; CHUECO, J. R.; GARCIA, J. M. P.; IDOPE, A. V. **Desenvolvimento e implementação de modelo de conhecimento de fixação baseado em uma abordagem de projeto funcional. Robotics and Computer Integrated Manufacturing**, Reino Unido, v. 26, n. 1, p. 56-66, fev. 2010.

ALVES, M. C. M.; LEITE, F. C.; SANTOS, D. A. **A inteligência artificial na modelagem de conhecimento: uma revisão sistemática.** Revista de Gestão e Sistemas de Informação, v. 16, n. 2, p. 309-328, 2017.

ESTEVA, A.; KUPREL, B.; NOVOA, F. J.; KO, J.; SWETTER, S. M.; BLAU, H. M.; et al.

Classificação de câncer de pele em nível dermatológico com redes neurais profundas. Nature, v. 542, n. 7639, p. 115-118, 2017.

FONSECA, J. L.; GOMES, A. S. METHONTOLOGY: **Uma metodologia para engenharia de conhecimento.** Londres: Kluwer Academic Publishers, 1997.

FONSECA, J. L.; GOMES, A. S. OMEGA: **Uma metodologia para engenharia de conhecimento.** São Paulo: Editora Saraiva, 2004.

FREITAS JÚNIOR, O. de G. **Um Modelo de Sistema de Gestão do Conhecimento para Grupos de Pesquisa e Desenvolvimento.** 2003. 310 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, 2003.

GARCÍA-CASTRO, R.; LÓPEZ-COBO, M. **Uma metodologia para o desenvolvimento de sistemas multiagentes baseada em CommonKADS.** International Journal of Artificial Intelligence and Applications, v. 1, n. 1, p. 1-18, 2006.

KAHN, P. B.; BLAIR, K. P.; DIEPOLD, K.; SPAULDING, R. L.; SWELLER, J.; WHITEHILL, J. M.; et al. **Sistemas inteligentes de tutoria: Uma revisão de um campo em rápida evolução.** Educational Psychologist, v. 53, n. 2, p. 105-123, 2018.

KROLL, J. A.; HUEY, E.; FELT, A. P.; REIDENBERG, J. R. **Algoritmos responsáveis: Equilibrando transparência, responsabilidade e privacidade na era do big data.** **University of Pennsylvania Law Review

MARTINS, P. P.; SELL, D.; ROTTA, M. J. R.; ORTEGA, A. R. **Aplicação da metodologia CommonKADS na implementação de projetos de e-gov na perspectiva de uma empresa de software.** Navus: Revista de Gestão e Tecnologia, Florianópolis, v. 8, n. 2, p. 87-100, 1 ago. 2018. Disponível em: <https://navus.sc.senac.br/navus/article/view/620/pdf>. Acesso em: 11 dez. 2023.

MANYIKA, J.; CHUI, M.; BROWN, B.; BUGHIN, J.; DOBBS, R.; ROXBURGH, C.; et al. (2011). **Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity.** McKinsey Global Institute.

MENDES, G. H. C.; SILVA, E. A.; SILVA, M. G. **Inteligência artificial na engenharia do conhecimento: uma revisão sistemática.** Revista de Gestão e Sistemas de Informação, v. 18, n. 1, p. 1-22, 2019.

MOTTA, A. B.; OLIVEIRA, A. C. M.; ROCHA, G. V. **A inteligência artificial na captura de conhecimento: uma revisão sistemática.** Revista de Gestão e Sistemas de Informação, v. 17, n. 1, p. 1-22, 2018.

MUSSE, J. de O.; OHIRA, M.; CISLAGHI, R. **Engenharia e gestão do conhecimento – projeto e construção de um programa multidisciplinar de pós-graduação.** Revista Brasileira de Pós-Graduação, v. 5, n. 9, p. 146-163, 2011.

NILSSON, N. J. **Inteligência artificial: uma abordagem moderna (3ª ed.).** Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2009.

POST, W.; WIELINGA, B.; HOOG, R.; SCHREIBER, G. **Modelagem organizacional em CommonKADS: O Serviço Médico de Emergência.** IEEE Expert, 1997.

RUSSELL, S. J.; NORVIG, P. **Inteligência artificial: uma abordagem moderna (2ª ed.).** Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2003.

SCHREIBER, G.; AKKERMANS, J. M.; ANJEWIERDEN, A. van; de HOOG, R.; SHADBOLT, N. R.; van de VELDE, W. **CommonKADS: Uma metodologia abrangente para engenharia de conhecimento.** Londres: Kluwer Academic Publishers, 1999.

SCHREIBER, G.; WIELINGA, B.; BREUKER, J. **CommonKADS: Uma metodologia abrangente para desenvolvimento de KBS.** Amsterdam: IOS Press, 1993.

SCHREIBER, A. TH.; AKKERMANS, H.; ANJEWIERDEN, A.; HOOG, R.; SHADBOLT, N.R.; VELDE, W.V.; WIELINGA, B.J. **Engenharia e gestão do conhecimento.** Massachusetts Institute of Technology, 2000.

SOWA, J. F. **Representação do conhecimento: conceitos, teoria e prática (4ª ed.).** Nova York: Springer, 2012.

STUDER, R.; BENJAMINS, V. R.; FENSEL, D. **Engenharia de conhecimento: princípios e métodos.** Londres: Academic Press, 1998.

SUÁREZ-FIGUEROA, M. C.; GÓMEZ-PÉREZ, A. **Uma pesquisa sobre abordagens de engenharia de conhecimento para o desenvolvimento de sistemas inteligentes.** Knowledge and Information Systems, v. 25, n. 2, p. 245-286, 2010.

USCHOLD, M.; GRÜNINGER, M. **Ontologias: princípios, métodos e aplicações.** Knowledge Engineering Review, v. 11, n. 1, p. 93-136, 1996.

VAN HARMELEN, F.; BALDER, J. O papel da engenharia de conhecimento no desenvolvimento de sistemas inteligentes. **International Journal of Human-Computer Studies**, v. 51, n. 1, p. 1-24, 1999.

WOUTERS, R.; van de VELDE, W.; de HOOG, R. **KADS: Uma metodologia para engenharia de conhecimento**. Amsterdam: Academic Press, 1999.

W3C. **CommonKADS**: Uma metodologia genérica para o desenvolvimento de sistemas baseados em conhecimento. Recomendação W3C, 2001. Disponível em: <https://commonkads.org/basics/>. Acesso em: 16/12/2023.