

**INTELIGÊNCIA HÍBRIDA E A GESTÃO DO CONHECIMENTO: A SIMBIOSE
HOMEM E MÁQUINA**

**HYBRID INTELLIGENCE AND KNOWLEDGE MANAGEMENT: THE
SYMBIOSIS OF MAN AND MACHINE**

**INTELIGENCIA HÍBRIDA Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO: LA SIMBIOSIS
HOMBRE Y MÁQUINA**

Como citar:

Machado, V. P. Hilka, Calvi, Jenifer F. (2023). Inteligência Híbrida e a Gestão do Conhecimento: a simbiose homem e máquina. Revista Gestão & Tecnologia. v. 23, nº 4, 2023, p: 238 – 257

Hilka Pelizza Vier Machado
Professora Titular da Universidade UniCesumar
<https://orcid.org/0000-0002-2554-0025>

Jenifer Ferraz Calvi
Mestranda em Gestão do Conhecimento nas Organizações, especialista em Comunicação Empresarial e Marketing Digital e Bacharel em Administração
<https://orcid.org/0000-0003-0935-4529>

Editor Científico: José Edson Lara
Organização Comitê Científico
Double Blind Review pelo SEER/OJS
Recebido em 25/06/2023
Aprovado em 05/12/2023



This work is licensed under a Creative Commons Attribution – Non-Commercial 3.0 Brazil



Abstract

Objective: The article aims to carry out a systematic review on the theme of Hybrid Intelligence and Knowledge Management.

Methodology: For this, searches were carried out in the Scopus and Web of Science databases with the terms “hybrid intellig* AND “knowledge manag*”. The search suffered 53 results in Scopus and 49 in WoS. Of the 102 results, 19 were duplicate articles, 30 in Web of Science and 35 in Scopus after excluding duplicates. Thus, 84 articles were obtained for depuration for data treatment after analysis, 17 articles were excluded without adherence to the research theme. **Relevance:** The partnership between natural and artificial intelligence seeks to harness the unique abilities of both humans and machines to achieve superior results. One of the main advantages of this partnership is the capacity of the machines to process large volumes of data in real time, which enables discoveries and insights that would be inaccessible only with the natural intelligence of the human being, and the machine is able to learn through feedbacks in a very faster.

Results: The results indicated the existence of an opportunity for the development of new research in the area of Hybrid Intelligence and Knowledge Management.

Theoretical contributions: A relationship of similarity between hybrid intelligent systems and Hybrid Intelligence was observed, since both focus on the large area of intelligent systems. For future research, there is an opportunity to seek new works on the HI theme, such as the combination of AI and IN, since it is a topic that is still little explored.

Keywords: hybrid intelligence; natural intelligence; artificial intelligence; knowledge management; systematic review.

Resumo

Objetivo: O artigo tem como objetivo realizar uma revisão sistemática sobre o tema da Inteligência Híbrida e a Gestão do Conhecimento.

Metodologia: Para isso, foram realizadas buscas nas bases de dados Scopus e Web of Science com os termos “hybrid intellig* AND “knowledge manag*”. A pesquisa retornou 53 resultados na Scopus e 49 na WoS. Dos 102 resultados, 19 artigos estavam duplicados, sendo 30 na Web of Science e 35 na Scopus após exclusão dos duplicados. Sendo assim, obteve-se 84 artigos para depurados para tratamento dos dados após análise foram excluídos 17 artigos sem aderência ao tema da pesquisa.

Relevância: A parceria entre a inteligência natural e artificial busca aproveitar as habilidades únicas tanto dos seres humanos quanto das máquinas para alcançar resultados superiores. Uma das principais vantagens dessa parceria é a capacidade das máquinas de processar grandes volumes de dados em tempo real, o que possibilita descobertas e insights que seriam inacessíveis apenas com a inteligência natural do ser humano, e a máquina consegue aprender por feedbacks em um processo muito mais rápido.

Resultados: Os resultados indicaram a existência de uma oportunidade para o desenvolvimento de novas pesquisas na área de Inteligência Híbrida e Gestão do Conhecimento. **Contribuições teóricas:** Observou-se uma relação de similaridade entre os sistemas inteligentes híbridos e a Inteligência Híbrida, uma vez que ambos se concentram na grande área de sistemas inteligentes. Para pesquisas futuras há oportunidade de buscar novos

trabalhos acerca do tema IH como a combinação da IA e IN uma vez que é um tema ainda pouco explorado.

Palavras-chave: inteligência híbrida; inteligência natural; inteligência artificial; Gestão do conhecimento; revisão sistemática.

Resumen

Objetivo: El artículo tiene como objetivo realizar una revisión sistemática sobre el tema de Inteligencia Híbrida y Gestión del Conocimiento.

Metodología: Para ello se realizaron búsquedas en las bases de datos Scopus y Web of Science con los términos “hybrid intellig* AND “knowledge manag*”. La búsqueda arrojó 53 resultados en Scopus y 49 en WoS. De los 102 resultados, 19 artículos estaban duplicados, 30 en Web of Science y 35 en Scopus después de excluir los duplicados. Así, se obtuvieron 84 artículos para el procesamiento de los datos, después del análisis se excluyeron 17 artículos sin adherencia al tema de investigación.

Relevancia: la asociación entre la inteligencia natural y artificial busca aprovechar las habilidades únicas de los humanos y las máquinas para lograr resultados superiores. mas rápido.

Resultados: Los resultados indicaron la existencia de una oportunidad para el desarrollo de nuevas investigaciones en el área de Inteligencia Híbrida y Gestión del Conocimiento. Aportes teóricos: Se observó una relación similar entre los sistemas inteligentes híbridos y la Inteligencia Híbrida, ya que ambos se enfocan en la gran área de los sistemas inteligentes. Para futuras investigaciones existe la oportunidad de buscar nuevos trabajos sobre el tema de HI como la combinación de IA e IN, ya que es un tema que aún está poco explorado.

Palabras clave: inteligencia híbrida; inteligencia natural; inteligencia artificial; Conocimiento administrativo; revisión sistemática.

1. INTRODUÇÃO

O avanço tecnológico traz novas perspectivas sobre a inteligência artificial (IA) e a sua relação com o ser humano. Tais perspectivas são geradas pelo rápido aprendizado da máquina com a facilidade de absorção de informações e simulação de inteligência (Gottsfriz, 2020). Isso contribui para a implementação de sistemas híbridos baseados na utilização da IA, o que representa uma perspectiva para a inovação organizacional e para a capitalização do conhecimento (Manuti e Monachino, 2020).

A convergência da relação humano e máquina está associada ao conceito de inteligência híbrida (IH), que tem despertado crescente interesse no meio acadêmico (Teixeira, 2006). Para Leodolter (2017, p. 205) a IH pode ser definida como “uma inteligência coletiva de humanos e elementos de IA que colaboram estreitamente para servir ao propósito de uma unidade”. Com

isso, a IH é a combinação da inteligência natural (IN) e da máquina, e o estudo da relação entre as duas inteligências tem como objetivo potencializar os sistemas inteligentes (Teixeira, 1998).

O objetivo principal dos estudos em IA é aprimorar o aprendizado da máquina imitando o cérebro humano com o aperfeiçoamento das redes neurais artificiais (Lecun, Bengio, Yoshua e Hinton, 2015). Contudo, há que se considerar a importância do capital intelectual para empresas intensivas em conhecimento (Tsui, Wang, Linlin e Cheung, 2013) no fornecimento de apoio a decisões e, nesse sentido, torna-se relevante discutir ambos tipos de conhecimento e aprendizado, do homem e da máquina, de forma integrada. No entanto, são poucos os estudos que abordam a questão de forma integrada. Entendendo a relevância deste tema para a área de Gestão do Conhecimento (GC), foi feita uma revisão sistemática sobre os temas IH e GC. Esta revisão de literatura tem como objetivo descrever o estado da arte dos estudos sobre os temas GC e a IH de forma combinada, a fim de compreender a amplitude dos estudos e identificar novas perspectivas de estudos futuros.

Este artigo está segmentado em cinco seções: a primeira e presente seção corresponde à introdução. A segunda apresenta os principais conceitos relacionados à IH, GC e sistemas inteligentes. A terceira seção apresenta o método utilizado no levantamento dos dados. A quarta seção constitui a análise dos dados obtidos pela revisão sistemática da literatura e a quinta seção contempla as considerações finais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Inteligencia híbrida

Atualmente robôs são capazes de aprender técnicas de manipulação de forma eficaz, a partir da instrução humana para realizar atividades. Em comparação com os métodos tradicionais, a programação de demonstração tem várias vantagens, como, por exemplo, não necessitar necessariamente de um professor humano com conhecimento especializado e habilidades e, muito significativamente, apresentar características humanas, incluindo conformidade, bem como flexibilidade, que podem ser consideradas quando se programa por modelos de demonstração, o que promoverá o sucesso da realização da tarefa (Gawali e Gawali, 2021).

A IH é um conceito que visa integrar as capacidades cognitivas dos seres humanos com o poder de processamento e análise das máquinas, resultando em uma abordagem sinérgica que combina as duas inteligências: a humana e a artificial (Teixeira, 2006).

A abordagem da IH reconhece que as habilidades humanas, como criatividade, intuição, empatia e julgamento ético, desempenham um papel fundamental na solução de problemas complexos e na tomada de decisões. Por outro lado, as máquinas possuem a capacidade de processar grandes volumes de dados, aprender com eles e executar tarefas de forma rápida e precisa. Ao combinar essas habilidades, a IH busca superar as limitações individuais de cada abordagem (Dellermann, Söllner, Ebel e Leimeister, 2019). Para os autores, a colaboração eficaz entre humanos e máquinas permite a obtenção de resultados ampliados, uma vez que as máquinas podem identificar padrões, fornecer insights acionáveis e automatizar processos rotineiros. A IH busca explorar essa sinergia para enfrentar desafios complexos e promover avanços em diversas áreas.

A IH é baseada na ideia de que humanos e máquinas possuem capacidades complementares que podem ser combinadas para ampliar o desempenho um do outro (Dellermann et al., 2019). A exemplo, Rothenberg (2013), aborda o paradoxo de Moravec referindo-se a disparidade entre as tarefas que são facilmente realizadas pela IA e aquelas que desafiam a percepção e a mobilidade humanas. A IA enfrenta dificuldades em replicar o senso comum humano, que se baseia em dois procedimentos cognitivos distintos: sistema 1, caracterizado por um pensamento intuitivo, automático e afetivo, e sistema 2, associado a um raciocínio lógico, consciente e que segue regras racionais estritas da teoria da probabilidade. A IN se destaca no pensamento do sistema 1, exibindo flexibilidade, criatividade, empatia e adaptabilidade. Além disso, a colaboração entre humanos e máquinas pode resultar em soluções mais eficientes e personalizadas para problemas complexos, como no campo da saúde, onde a análise de dados combinada com a expertise médica pode levar a diagnósticos mais precisos e tratamentos mais eficazes. No entanto, vale ressaltar que a parceria cognitiva oriunda das inteligências IA e IN devem ser desenvolvidas de forma ética e transparente, levando em consideração questões de privacidade, segurança e justiça, para garantir que os benefícios sejam compartilhados de forma justa entre as partes envolvidas. Ademais, é importante que a IA seja

vista como uma ferramenta que amplia as habilidades humanas, e não como uma substituição para elas (Teixeira, 2006)

Segundo Teixeira (2006), ao integrar as capacidades cognitivas dos seres humanos com o poder de processamento e análise das máquinas, a IH busca superar as limitações individuais de cada abordagem. Reconhecendo a importância das habilidades humanas, como criatividade, intuição, empatia e julgamento ético, juntamente com a capacidade das máquinas de processar grandes volumes de dados e automatizar tarefas, essa abordagem oferece a oportunidade de obter resultados superiores na solução de problemas complexos e na tomada de decisões.

Além disso, a IH levanta questões éticas e sociais importantes. É crucial considerar a responsabilidade e a transparência na tomada de decisões colaborativa entre humanos e máquinas, garantindo que o desenvolvimento e a implementação de sistemas inteligentes sejam guiados por princípios éticos. A colaboração entre humanos e máquinas oferece um potencial transformador em diversos setores, impulsionando avanços significativos na sociedade (Teixeira, 2006; Dellermann et al.; 2019; Jarrahi, Askay, Eshraghi, e Smith, 2023).

Nesse contexto, autores como Huang, Peng e Wen (2020) destacam que o reconhecimento de detalhes é um paradigma básico de raciocínio que permite simular um mecanismo de raciocínio humano até certo ponto. Essa capacidade de reconhecimento de detalhes pode ser aplicada na interação inteligente homem-computador, possibilitando a resposta a perguntas e a extração de conhecimento, além de requerer a compreensão da semântica das premissas e hipóteses, assim como de suas relações lógicas. Portanto, ao considerar a colaboração entre humanos e máquinas na IH, é necessário também explorar as capacidades de reconhecimento de detalhes e o papel da compreensão semântica para garantir uma interação ética (Carvalho, 2021).

Ainda de acordo Huang, Peng e Wen (2020) o reconhecimento de detalhes requer conhecimentos de fundo e senso comum, além de focar no reconhecimento da vinculação textual. Por outro lado, Gawali e Gawali (2021) mencionam a transferência de conhecimento como um método eficaz de aprendizagem de habilidades de robô, onde a generalização da trajetória definida pelo usuário é explorada. No entanto, devido à diversidade de tarefas e incertezas ambientais, a transferência de trajetória pode não garantir a rigidez necessária para a manipulação segura e produtiva do robô (parágrafo 3). Portanto, ao abordar a IH, é essencial

considerar tanto o reconhecimento de detalhes na colaboração homem-máquina quanto os desafios enfrentados na transferência de habilidades robóticas, a fim de alcançar resultados eficazes e seguros.

2.2 Gestão do conhecimento

Na GC, o conhecimento, segundo Nonaka e Takeuchi (2008, p.23) se constrói por meio de “quatro modos de conversão de conhecimento: (1) socialização de tácito para tácito; (2) externalização: de tácito para explícito; (3) combinação: de explícito para explícito; e (4) internalização: de explícito para tácito. A capacidade de gerar e partilhar conhecimento é uma habilidade intrínseca ao ser humano. O indivíduo constrói o seu conhecimento tácito e desenvolve o seu conhecimento explícito ao longo da sua jornada pessoal e profissional. Logo, para que haja a efetividade do processo de GC, faz-se necessário o ambiente organizacional propício para o estímulo do conhecimento (Nonaka e Takeuchi, 2008).

A IH é a simbiose da IN e artificial, sendo que se desenvolvem simultaneamente e completam-se no processo. Leodolter (2017, p. 205) afirma que “IH pode ser definida como uma inteligência coletiva de humanos e elementos de IA que colaboram estreitamente para servir ao propósito de uma unidade”. Tem-se assim que a IH é importante para promover a conversão do conhecimento nas organizações, pois, cada vez mais, as organizações estão implementando máquinas e robôs em seus processos de produção e de oferta de bens e serviços.

Entre os estudos consultados, Gawali e Gawali (2021) desenvolveram uma metodologia de transferência de conhecimento entre computadores e humanos usando a transferência de aprendizagem por reforço (TERL). Foi possível observar que o movimento do braço robótico foi alcançado com a ajuda de um dos paradigmas básicos de aprendizagem da máquina, denominado aprendizado por reforço (RL). Para este fim, as características de ação do RL foram otimizadas por um algoritmo híbrido meta-heurístico com a integração do algoritmo da otimização de dispositivos de caça. O movimento desejado com base nos movimentos cinemáticos de entrada foi determinado pela rede neural artificial (ANN). O objetivo principal do RL otimizado era maximizar a recompensa, minimizando assim a diferença de erro entre o movimento previsto e o desejado. De acordo com Gawali e Gawali (2021), o desempenho efetivo do modelo proposto foi comprovado pela análise experimental da RL baseada na

otimização do desempenho dos dispositivos de caça (CS-DHOA) sobre a RL convencional e outras abordagens heurísticas baseadas na RL. O número de recompensas alcançadas pelo CS-DHOA-RL proposto é 2,04% melhor que o WOA-RL, 82% melhor que o RL, 70% melhor que o DHOA-RL, 100% melhor que o CSO-RL e 66,6% melhor que o FF-RL. Isto deixou comprovado que a proposta desenvolvida obteve o máximo RL quando comparado com outros algoritmos e o resultado valida o processo de interação entre humanos e robôs.

A GC em um contexto de relação humano e máquina pode envolver ações planejadas e estruturadas para entre os indivíduos e a tecnologia para aumentar a eficiência da organização. A tecnologia desempenha um papel crucial como facilitador na captura, organização e disseminação do conhecimento, permitindo que as informações sejam compartilhadas de forma rápida e acessível. Ao mesmo tempo, os indivíduos são responsáveis por fornecer insights, interpretar dados e aplicar o conhecimento (DALKIR, 2017). Essa interação colaborativa entre humanos e máquinas permite a criação de uma IH, onde o conhecimento é constantemente refinado, atualizado e utilizado para impulsionar a inovação e a tomada de decisões. A GC nesse contexto busca criar um ambiente propício para a aprendizagem contínua e aprimoramento mútuo entre humanos e máquina (Dellermann et al., 2019).

Portanto, a GC desempenha um papel crucial na interação entre humanos e máquinas, reconhecendo a importância tanto do conhecimento tácito quanto do explícito. Além disso, é importante ressaltar que o conhecimento é criado de forma dinâmica e interativa entre o conhecimento tácito e explícito (Dalkir, 2017). Segundo Polanyi (2015), o conhecimento tácito é a vivência e experiência que uma pessoa possui, mas que é difícil de expressar e compartilhar, abrangendo informações subjetivas e *know-how*. Por outro lado, segundo Nonaka e Takeuchi (2008), para o conhecimento explícito, ocorre a conversão do conhecimento individual em conhecimento coletivo, na qual o conhecimento tácito passa por um processo de transformação.

Desse modo, ao adotar abordagens planejadas e estruturadas de GC, as organizações podem aumentar a eficiência ao utilizar a tecnologias em IA como facilitadora na captura, organização e disseminação do conhecimento. Ao mesmo tempo, os indivíduos desempenham um papel essencial ao fornecer *insights*, para interpretar dados e aplicar seu conhecimento para impulsionar a tomada de decisões (Jarrahi et al., 2023). Essa colaboração contínua entre humanos e máquinas gera uma parceria entre ambas as inteligências, IA e In, resultando em

uma IH em constante aprimoramento (Teixeira, 2006). Nesse contexto, a GC busca estabelecer um ambiente propício para a aprendizagem contínua e o aprimoramento mútuo, promovendo a criação dinâmica de conhecimento e a valorização do conhecimento tácito de cada indivíduo.

2.3 Ética em IA

A ética desempenha um papel fundamental no desenvolvimento e uso responsável da IA. É por meio da ética que buscamos estabelecer padrões morais corretos e justos, orientando o comportamento humano e a tomada de decisões. Para por Jobin, Ienca e Vayena (2019) a ética busca responder a questões essenciais, como os limites da coleta e uso de dados, a prevenção da discriminação algorítmica e a definição de responsabilidades na tomada de decisões dos sistemas de IA.

Para abordar essas preocupações éticas, os autores propõem diretrizes e princípios para o uso responsável da IA sendo eles: (i) responsabilidade, (ii) privacidade, (iii) justiça e (iv) segurança. A transparência é um princípio importante, garantindo que os sistemas de IA sejam compreensíveis e explicáveis, evitando opacidade e viés oculto nos algoritmos. A responsabilidade é outro princípio-chave, atribuindo claramente a responsabilidade aos criadores e desenvolvedores de IA, bem como às organizações que a utilizam, para garantir que sejam responsabilizados por eventuais consequências negativas. A privacidade, justiça e segurança também são princípios fundamentais para o uso ético da IA protegendo os indivíduos, evitando discriminação e garantindo a proteção dos sistemas (Jobin, Ienca e Vayena 2019).

No que tange a aplicabilidade desses princípios Mitchell et al., (2019) destacam que é um dos desafios éticos mais significativos na IA. Isso ocorre quando algoritmos reproduzem e amplificam preconceitos e desigualdades já presentes na sociedade. Os algoritmos podem absorver e perpetuar os preconceitos e estereótipos presentes nos dados de treinamento, levando a decisões discriminatórias em áreas como contratação e concessão de crédito. Esforços estão sendo feitos para mitigar esse viés, por meio de técnicas de ajuste de dados e definição de objetivos de aprendizado justos.

A proteção da privacidade e dos dados pessoais também é um dilema ético relevante na era da IA. A coleta indiscriminada de dados pessoais pode levar a violações de privacidade e

uso indevido dessas informações. As regulamentações como a Regulação Geral de Proteção de Dados (GDPR), no Brasil, a Lei nº 12.965 sancionada Lei de Proteção de Dados Pessoais (LGPD) em vigência desde 2020, tem como objetivo estabelecer diretrizes claras para a coleta, uso e processamento de dados pessoais, visando proteger a privacidade dos indivíduos e manter a confiança na relação entre usuários e organizações (Zuboff, 2019).

Neste sentido, a proteção da privacidade é essencial para preservar a autonomia e a liberdade individual, pois a coleta e o uso indiscriminado de dados pessoais podem resultar em violações de privacidade, exposição de informações sensíveis e até mesmo uso indevido dos dados. As políticas de privacidade também são fundamentais para manter relações de confiança entre os indivíduos e as organizações que coletam seus dados.

3. METODOLOGIA

A revisão sistemática de literatura (RSL) tem como objetivo identificar novos estudos sobre determinado tema de forma sistematizada avaliando a sua qualidade, validade e aplicabilidade na pesquisa (Takahashi, Guanilo, Bertolozzi e Mariano, 2011). Assim, a RSL estabelece uma prévia dos estudos recentes, os seus principais resultados e contribuições futuras (Tranfield, Denyer, Smart, 2003 e Rowe, 2014) e, por sua vez, identifica lacunas que podem ser exploradas sobre a temática da pesquisa. É de suma importância que o pesquisador leve em consideração o levantamento bibliográfico para revisão prévia da literatura, pois, deste modo a pesquisa terá embasamento teórico para o seu problema de pesquisa (Snyder, 2019). Sampaio e Mancini (2007) a descrevem como uma estratégia de pesquisa que se fundamenta na literatura existente sobre um determinado tema, e, para Galvão e Pereira (2014), se trata de um estudo secundário ao se fundamentar em estudos primários. Wazlawick (2014) reitera que isto passa pela análise de um conjunto de fenômenos com o propósito de identificar aqueles que não sejam de conhecimento público, servindo de base para uma pesquisa mais elaborada. A fundamentação teórica parte do aprofundamento da revisão de literatura, sendo determinante para o êxito da pesquisa científica (Vosgerau e Romanowski, 2014).

Para o desenvolvimento desta pesquisa foi utilizada a teoria de enfoque Meta-analítico Consolidado – TEMAC de Mariano e Rocha (2017). TEMAC é um modelo de revisão

sistemática definido em 3 etapas: (i) preparação da pesquisa, (ii) apresentação e inter-relação dos dados e (iii) detalhamento, modelo integrador e validação por evidências.

A primeira etapa da pesquisa é a preparação. Consiste na busca sistemática na literatura, que foi realizada nas bases de dados Web of Science e Scopus no dia 28 de junho de 2022. Nesta etapa foram definidas palavras-chave ou termos de busca. A busca foi realizada com os termos “hybrid intellig* AND "knowledge manag*” contendo o asterisco para abranger um número maior de variações verbais, e nos campos de buscas foi considerado ‘*article title*’, *abstract e key words*’. Os filtros aplicados foram apenas para o tipo de documentos ‘artigos’ e fase de publicação final. Não foi aplicado filtro temporal, e por áreas do conhecimento com o objetivo de ampliar os resultados da pesquisa. Em ambas as bases foi obtido o resultado de artigos datados de 2001 à 2022 a pesquisa retornou 53 resultados na base da Scopus e 49 resultados na base da WoS.

Na segunda etapa foi realizada a preparação dos dados. As bases.csv da Scopus e xls da WoS foram exportadas para unificar em um arquivo da planilha do Excel. Após integrar o resultado das duas bases, foi realizada a remoção de duplicatas. Ao todo foram identificados 49 resultados na *Web of Science*, e 53 resultados na Scopus perfazendo 102 resultados. Dos 102 resultados, 19 artigos estavam duplicados nas duas bases, sendo apenas 30 contidos na *Web of Science* e 35 na Scopus após exclusão dos duplicados. Sendo assim, obteve-se 84 artigos para depurados para tratamento dos dados.

Foi realizada leitura dos títulos e resumos dos 84 artigos por ambas pesquisadoras. Após, foram excluídos 17 artigos que, por critério de exclusão de não estarem relacionados com o debate entre IH e GC, foram removidos devido à falta de aderência ao objetivo desta pesquisa. As temáticas excluídas foram: a) semânticas probabilísticas por modelos matemáticos; b) perfil de competências para professores de ensino médio; c) sistemas de informação para decisões de marketing; d) vantagem competitiva para empresas familiares; e) cadeia de suprimentos; f) inovação digital; g) educação continuada; i) risco de crédito; j) classificador híbrido matemático; l) processo de integração de esqueletos; m) base de conhecimento de colheitadeira; n) fatores humanos em sistemas cooperativos pelo cálculo N; o) modelo de decisão híbrido em espécies de aquicultura; p) computação bayesiana híbrida, DNA decisional; q) tecnologia de diagnóstico e r) literatura geocientífica. Para inclusão, as publicações obedeceram ao seguinte

critério: fazer referência à IH e GC no título ou resumo. Exceção foi feita para sistemas inteligentes híbridos, que apresenta similaridade ao conceito de IH, e por este motivo permaneceu na base de dados.

Restaram 67 artigos que foram lidos na íntegra por ambas pesquisadoras (Quadro 1). Foi construída uma planilha contendo as seguintes informações: autor, título, jornal, ano de publicação, objetivo do estudo, tipo de estudo/metodologia, área de estudo e principais resultados. Os dados foram analisados por autor, país e os resultados das pesquisas agregados para fornecer uma avaliação da discussão no campo.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Esses artigos foram revisados e sintetizados e, em seguida, classificados em temáticas, apresentados no Tabela 1, conforme sugere Torracco (2016).

Tabela 1

Artigos selecionados

Autor	Título	Journal	Ano
Padma T., Shantharajah S.P. & Ramadoss P.	Hybrid Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS Decision Model for Aquaculture Species Selection	International Journal of Information Technology and Decision Making	2022
Caban, J; Nieoczym, A; Dudziak, A; Krajka, T & Stopkova, M	The Planning Process of Transport Tasks for Autonomous Vans-Case Study	Applied sciences-Basel	2022
Oliveira, CS; Sanin, C & Szczerbicki, E	Smart Knowledge Engineering for Cognitive Systems: A Brief Overview	Cybernetics and systems	2022
Robinson, P. N. & Haendel, M.	Ontologies, Knowledge Representation, and Machine Learning for Translational Research: Recent Contributions	IMIA Yearbook of Medical Informatics	2021
Sartas M. S; Cummings, A. G. & Akramkhanov, A.	A Human Machine Hybrid Approach for Systematic Reviews and Maps in International Development and Social Impact Sectors	Forests	2021
Tang, Jingjing et al.	Robust cost-sensitive kernel method with Blinex loss and its applications in credit risk evaluation	Neural Networks	2021
Xue, Wu & Chen	Optimizing Ontology Alignment Through an Interactive Compact Genetic Algorithm	ACM Transactions on Management Information Systems	2021
Selvaraj, R; Nagarajan, SK	Land Cover Change Detection from Remotely Sensed IoT Data for Assessment of Land Degradation: A Survey	Journal of Information & Knowledge Management	2021
Van den Broek, E et al.	When the machine meets the expert: Ethnography	MIS Quarterly	2021

Abdalla, A, N et al.,	Integration of energy storage system and renewable energy sources based on artificial intelligence: An overview	Journal of Energy Storage	2021
Giuseppe D'Aniello, et al.	Knowledge-driven fuzzy consensus model for team formation	Expert Systems with Applications 184.	2021
Gawali, M, B; Gawali, S, S.	Optimized skill knowledge transfer model using hybrid Chicken Swarm plus Deer Hunting Optimization for human to robot interaction	Expert Systems with Applications 220.	2021
Castaño F.et al.,	Quality monitoring of complex manufacturing systems on the basis of model driven approach	Smart Structures and Systems	2020
Manuti A. & Monachino D.	Managing knowledge at the time of artificial intelligence: An explorative study with knowledge workers	East European Journal of Psycholinguistics	2020
Zhang, XG; Sun, SQ & Zhang, KJ	A New Hybrid Improved Method for Measuring Concept Semantic Similarity in WordNet	International Arab Journal of Information Technology	2020
Aswani, R; Ghrera, S, P;	A hybrid evolutionary approach for identifying spam websites for search engine marketing	Evolutionary Intelligence	2020
Chandra, S; Kar, A, K.			
Huang, X; Peng, Y; Wen, Z.	Visual-Textual Hybrid Sequence Matching for Joint Reasoning	IEEE Transactions on Cybernetics.	2020
Lee, P, C; Long, D; Ye, B & Lo Loew, R; Bleimann, U; Walsh, P., T, P.	Dynamic BIM component recommendation method based on probabilistic matrix factorization and grey model	Advanced Engineering Informatics	2020
Manuti, A & Monachio, D.	Managing knowledge at the time of Artificial intelligence: an explorative study with knowledge workers.	East European Journal of Psycholinguistics	2020
De Campos, Souza, P, V; Rezende, T, S; Guimaraes, A, J; Araujo, V, S; Batista, L, O; da Silva, G, A; Araujo, V, J, S.	Evolving fuzzy neural networks to aid in the construction of systems specialists in cyber attacks	Journal of Intelligent & Fuzzy Systems	2019
Fang, H; Lu, W; Li, Q; Kong, J; Liang, L; Kong, K; Zhu, Z.	Predictive Analytics based Knowledge-Defined Orchestration in a Hybrid Optical/Electrical	IEEE. China	2019
Arup Roy & Soumya B. Chintan Bhatt; Youakim Badr; Saurav Mallik	Datacenter Network Testbed Hybrid Group Recommendation Using Modified Termite Colony Algorithm: A Context Towards Big Data	Journal of Information & Knowledge Management	2018
Poonam Tanwar; T.V. Prasad & Kamlesh Dutta	Natural language processing for hybrid knowledge representation	Int. J. Advanced Intelligence Paradigms	2018
Weitian Wang, Rui Li, Yi Chen, Z. Max Diekel, & Yunyi Jia	Facilitating Human-Robot Collaborative Tasks by Teaching-Learning-Collaboration from Human Demonstrations	IEEE Transactions on automation science and Engineering	2018

Chengbin Wang, Xiaogang Ma, Jianguo Chen & Jingwen Chen	Information extraction and knowledge graph construction from geoscience literature	Computers and Geosciences	2018
Atrey, A; Seghbroeck, G, V; Volckaert, B; Turck, F.	BRAHMA+ A Framework for Resource Scaling of Streaming and ASAP Time-Varying Workflows	IEEE Transactions on Network and on Network and Service Management	2018
Chen, Quin; and Hu, Qinmin; Huang, Xiang; He, Liang.	Modeling Queries with Contextual Snippets for Information Retrieval	ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology.	2018
Dias, C, G; de Sousa, C, M.	A Neuro-Fuzzy Approach for Locating Broken Rotor Bars in Induction Motors at Very Low Slip	Journal of Control, Automation and Electrical Systems	2018
Alberto Fernández-Isabel, et al.	A unified knowledge compiler to provide support the scientific community	Knowledge-Based Systems.	2018
Moscoso-Zea, O, M; Castro, J; Gualtor, J. P & Mora, S, M.	A Hybrid Infrastructure of Enterprise Architecture and Business Intelligence & Analytics for Knowledge Management in Education	IEEE. Translations and content mining	2018
Remolona et al.	Hybrid Ontology-Learning Materials Engineering System for Pharmaceutical Products: Multi-label Entity Recognition and Concept Detection.	Computers and Chemical Engineering	2017
Cendón, J, A; Alba, J, M, F & Fernández, R, F; Pavón, J.	Implementation of context-aware workflows with multi-agent systems	Neurocomputing	2016
Herrero et al.	A hybrid proposal for cross-sectoral analysis of knowledge management	Soft Comput.	2016
Teso, Stefano et al., Paokanta P. & Srichairatanakool S.	Structured learning modulo theories A new algorithm of ensemble learning for medical knowledge-based systems and knowledge-based systems: Hybrid Bayesian computing (multinomial logistic regression case-based C5.0-mixed classification and regression tree)	Artificial Intelligence International Journal of Innovative Computing, Information and Control	2015 2015
Bárcena, L, S; Herrero, A; Manzanedo, M, G; del Campo; Martínez, R, O	Easing knowledge management in the power sector by means of a neuro-genetic system	International Journal of Bio-Inspired Computation	2015
Szczerbicki, E., Graña, M., Posada, J. P. & Toro, C.	Current Research Earch Advances and Implementation in Smart Knowledge-Based Systems part II	Cybernetics and Systems: an International Journal	2014
Kaewboonma N., Tuamsuk K. & Buranarach M.	Ontology modeling for a drought management information system	Libres	2014
Mahmood, F, N; Ismail, A. Amirah Ismail	Semantic Similarity Measurement Methods: The State-of-the-art	Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology	2014

Tsui, E. et al.,	Knowledge-based Extraction of intellectual capital-related information from unstructured data	Expert Systems with Applications	2013
Wang, Chen-Shu	An Agent-Based expert system architecture for product return administration	IEICE Trans Inf. & Syst.	2013
Kolozali, S; Barthet, M; Fazekas, G &Sandler, M.	Automatic Ontology Generation for Musical Instruments Based on Audio Analysis	IEEE Transactions on audio, speech, and language processing	2013
Sanin et al	Decisional DNA: A multi-technology shareable knowledge structure for decisional experience	Neurocomputing 88 42–53	2012
Sutanto et al	Emergent Leadership in Virtual Collaboration Settings: A Social Network Analysis Approach	Long Range Planning	2011
Thomopoulos, R. et al.	Artificial intelligence-based decision support system to manage quality of durum wheat products	Quality Assurance and Safety of Crops & Foods	2009
Vazirnezhad, B. et al.,	Speaker adapted dynamic lexicons containing phonetic deviations of words	Journal of Zhejiang University Science A	2009
Xiang, Y; Zhang, SH; Shen, YZ; Shi, ML	Pattern-Oriented Workflow Generation and Optimization	Journal of Universal Computer Science	2009
Dadzie, A,S et al.,	Applying semantic web technologies to knowledge sharing in aerospace engineering	Journal of Intelligent Manufacturing	2009
Castiello, C; Castellano, G, Fanelli, A. M.	MINDFUL: A framework for Meta-Inductive neuro-Fuzzy Learning	Information Sciences Italia	2008
Choy, K, L; Chow, K, H; Tan, K. H; Chan, Chin-kin; Mok, C, M; Wang, Q.	Leveraging the supply chain flexibility of third party logistics – Hybrid knowledge-based system approach	Expert Systems with Applications	2008
Mira, J, M.	Symbols versus connections: 50 years of artificial intelligence	Neurocomputing	2008
Mizutani, T; Igarashi,S; Shio, M; Ikeda, Y.	Human factors in continuous time-concerned cooperative systems represented by NS-labeled calculus	Front. Comput. Sci	2008
de Amorim, B.P; Vasconcelos, G.C & Brasil, L.M	Hybrid neural systems for large scale credit risk assessment applications	Journal of intelligent & Fuzzy Systems	2007
Choy, K,L; Tan, K, H; Chan, F,T, S. S. Green, A.	Design of an intelligent supplier knowledge Management Systema – an integrative approach Business information – a natural path to business intelligence: knowing what to capture	Journal of Engineering Manufacture The journal of information and knowledge management systems.	2007 2007
Azzini, A & Ceravolo, P	Evolutionary ANNs for improving accuracy and efficiency in document classification methods	Knowledge-based intelligent Information and Engineering Systems, Pt 3, proceedings	2006
Huang, W; Mille, A.	ConKMeL: a contextual knowledge management framework to support multimedia e-Learning	Multimed Tools Appl.	2006
Sun Y., Peng Q., Zhang X.-Y., Lu B.-C.	Fault diagnosis technology based on hybrid structure tree	Computer Integrated Manufacturing Systems, CIMS	2005
Chen, A.P. & Chen, M. Y	A unifying ontology modeling for knowledge management	Knowledge-based intelligent Information and Engineering Systems,	2005

Wang, Shouyang; Yu, Lean & Lai, K.K.	A Novel Hybrid AI System Framework for Crude Oil Price Forecasting	CASDMKM	2004
Kim, I.C	FCA-based ontology augmentation in a medical domain	Practical aspects of Knowledge Management Proceedings	2004
Ioannis Hatzilygeroudis, I; Prentzas, J.	Using a hybrid rule-based approach in developing an intelligent tutoring system with knowledge acquisition and update capabilities	Expert Systems with Applications	2004
Loew, R; Bleimann, U & Walsh, P.	Knowledge broker network based on communication between humans	Campus-wide Information Systems	2004
Martinez, JJ & Canos, JH	A grid architecture for building hybrid museums	Web and communication technologies and internet- related social issues - HSI 2003	2003
Chau, K, W; Chuntian, C; Li, C, W.	Knowledge Management System on flow and Water quality modeling	Expert System with Applications.	2002
Von Wangenheim, CG; Bortolon, A; von Wangenheim, A	A hybrid approach for the management of FAQ documents in Latin languages	Case-based reasoning research and development, proceedings	2001
Rocha, Luis Mateus	Evidence Sets: Modeling Subjective e Categories	International Journal of General Systems	1999

Fonte: elaborado pelas autoras (2022).

4.1 Discussões

Entre os principais temas abordados estão: modelagem e tomada de decisão usando técnicas híbridas, como o modelo de decisão fuzzy AHP e Fuzzy TOPSIS; engenharia de conhecimento inteligente para sistemas cognitivos; ontologias, representação do conhecimento e aprendizado de máquina para pesquisa translacional; abordagens híbridas para revisões sistemáticas e mapeamento em setores de desenvolvimento internacional e impacto social; métodos avançados de avaliação de riscos e avaliação de crédito com base em técnicas de aprendizado de máquina; alinhamento e otimização de ontologias; detecção de mudanças na cobertura do solo a partir de dados IoT para avaliação da degradação do solo; integração de sistemas de armazenamento de energia e fontes de energia renovável com base em IA; modelos de transferência de conhecimento para interação humano-robô; monitoramento de qualidade de sistemas de manufatura complexos com base em abordagens orientadas a modelos; gerenciamento do conhecimento com foco em IA, colaboração, aprendizagem e extração de informações e construção de grafos de conhecimento a partir de literatura geocientífica.

Esses temas refletem a diversidade de aplicações e avanços na área de GC e IA, abordando desde aspectos teóricos até aplicações práticas em diferentes setores. A análise dos artigos mostrou que os sistemas inteligentes híbridos possuem uma relação de similaridade com a IH uma vez que se concentram na grande área dos sistemas inteligentes. Os temas com maior aderência encontrados foram: a) sistemas inteligentes híbridos; b) sistemas inteligentes; c) sistemas híbridos; ciência da informação; d) GC; e) sistemas de informação; f) neuro computação; g) educação e GC; h) tecnologia da informação. Ademais, identificou-se um número crescente de *frameworks* para aplicação e sugestões de novos modelos para serem implantados. Salienta-se ainda a predominância de enfoques sobre sistemas inteligentes que visam melhorar o desempenho de processos, dispositivos e equipamentos.

Nos textos analisados identificou-se referências a HAIS (Sistemas Híbridos Inteligentes artificiais) e ANS (redes neurais artificiais). Na análise apoiada pelo HAIS proposta por Sáiz-Bárcena, Herrero, Campo e Martínez (2015) eles identificaram a validade do sistema proposto na identificação de um conjunto de características especiais de GC (Sáiz-Bárcena, Herrero, Campo & Martínez, 2015).

Os autores que possuem maior destaque de citações e produções científicas são: Tsui, E., Wang, W. M., Cai, L., Cheung, C.F. e Lee, W.B (2014), possui 75 citações no artigo *Knowledge-based extraction of intellectual capital-related information from unstructured data*. Sobre a ótica de relevância pode-se destacar 13 artigos que concentram o maior número de citações na temática sobre sistemas inteligentes híbridos e GC representando 19% dos artigos analisados. Os principais autores sobre este estudo são Abdalla (2021), Céndon (2016), Atrey (2018), Bárcena (2015), De Campos (2019), Días (2018), Alberto (2018), Gawali (2021), Herrero (2016, Mira (2008), Mizutani (2008) e Moscoso-Zea (2018).

As áreas de maior abrangência dos artigos citados distribuem-se na ciência da computação, sistemas da informação, sistemas inteligentes híbridos e GC com a maior representatividade na pesquisa. Artigos que possuem GC e áreas correlatadas a IH foram: a) Implementation of context-aware workflows with multi-agent systems, b) BRAHMA+: A Framework for Resource Scaling of Streaming and ASAP Time-Varying Workflows, c) Easing knowledge management in the power sector by means of neuro-genetic system, d) Evolving fuzzy neural networks to aid in the construction of systems specialists in cyber-attacks, e) A

unified knowledge compiler to provide support the scientific community, f) A hybrid proposal for cross-sectoral analysis of knowledge management. Ao todo, representam 6 artigos ou 8,9% da base total dos artigos revisados.

Por fim, é interessante salientar a incidência de artigos sobre ontologias, evidenciando como um tema de interface entre os constructos IH e GC. De modo geral, observa-se que o tema vem demonstrando interesse crescente, mas ainda são poucos os estudos no campo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A revisão sistemática da literatura desvelou os conceitos da IH e GC em áreas distintas do conhecimento, mas que possuem similaridade. Sendo assim, a pesquisa apresentou os resultados obtidos pela revisão de literatura nas bases de dados Scopus e WoS, datados de 2001 à 2022, termo de busca “hybrid intellig* AND "knowledge manag*” sendo feita a leitura de 67 artigos por ambas pesquisadoras. O objetivo foi atingido e foi possível observar que os temas IH e GC mostram uma relação co-evolutiva de estudos sobre a simbiose homem e máquina.

Os resultados da pesquisa indicam que há uma lacuna oportuna para o desenvolvimento de novas pesquisas de IH e GC e que os sistemas inteligentes híbridos possuem uma relação de similaridade com a IH uma vez que se concentram na grande área dos sistemas inteligentes. Para pesquisas futuras há oportunidade de buscar novos trabalhos acerca do tema IH como a combinação da IA e IN uma vez que é um tema ainda pouco explorado.

REFERÊNCIAS

- Carvalho, A. C. P. D. L. (2021). Inteligência Artificial: riscos, benefícios e uso responsável. *Estudos Avançados*, 35, 21-36.
- Dalkir, K. (2017). Knowledge management in theory and practice. (3ª ed.). London: Cambridge.
- Dellermann, D., Söllner, M., Ebel, P., & Leimeister, J. M. (2019). Hybrid intelligence. *Business & Information Systems Engineering*, 61, 637-643.
- Faria, P. M. (2019). Revisão Sistemática da Literatura: contributo para um novo paradigma investigativo. *Champaign: CG Publisher*.
- Galvão, T. F., & Pereira, M. G. (2014). Revisões sistemáticas da literatura: passos para sua elaboração. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, 23(1), 183-184.
- Gawali, M. B., & Gawali, S. S. (2021). Optimized skill knowledge transfer model using hybrid Chicken Swarm plus Deer Hunting Optimization for human to robot interaction. *Knowledge-Based Systems*, 220, 106945.

- Gottsfritz, Carlos Augusto; Venturelli, Suzete (2020). Das coisas nascem coisas sencientes. *PÓS: Revista do Programa de Pós-graduação em Artes da EBA/UFMG*, v. 10, n. 19, p. 23-41, 2020.
- Huang, X., Peng, Y., & Wen, Z. (2020). Visual-textual hybrid sequence matching for joint reasoning. *IEEE Transactions on Cybernetics*, 51(12), 5692–5705.
- Jarrahi, M. H., Askay, D., Eshraghi, A. & Smith, P. (2023). Artificial intelligence and knowledge management: A partnership between human and AI. *Business Horizons*, 66(1), 87-99.
- Jobin, A., Ienca, M., & Vayena, E. (2019). The global landscape of AI ethics guidelines. *Nature Machine Intelligence*, 1(9), 389-399.
- Lecun, Yann; Bengio, Yoshua; Hinton, Geoffrey (2015). Deep learning. *nature*, v. 521, n. 7553, p. 436-444.
- Leodolter, Werner (2017). Digital Transformation shaping the Subconscious Minds of Organizations. *Springer*. DOI: 10.1007/978-3-319-53618-7.
- Manuti, A., & Monachino, D. (2020). Managing Knowledge at the Time of Artificial Intelligence: An Explorative Study with Knowledge Workers. *East European Journal of Psycholinguistics*, 7(2).
- MARIANO, Ari Melo; ROCHA, Maíra Santos. (2017). Revisão da literatura: apresentação de uma abordagem integradora. In: *AEDEM International Conference*. p. 427-442.
- Mitchell, M., Wu, S., Zaldivar, A., Barnes, P., Vasserman, L., Hutchinson, B., & Gebru, T. (2019). Model cards for model reporting. In *Proceedings of the conference on fairness, accountability, and transparency* (pp. 220-229).
- Nonaka, I.; Takeuchi, H. *Gestão do Conhecimento*. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- Polanyi, M. (2015). *Personal knowledge*. In M. J. Nye (Ed.), The University of Chicago Press.
- Rothenberg, A. (2013). Paradoxo de Moravec: Consideração no Contexto de Duas Funções do Hemisfério Cerebral. *Acta Neurologica et Psychiatrica Scandinavica*, 55, 108-111. <https://doi.org/10.1007/BF03379600>.
- Rowe, F (2014). What literature review is not: diversity boundaries and recommendations. *European Journal of Information Systems*, 23(3), p. 241-255.
- Sáiz-Bárcena, L., Herrero, Á., Campo, M. Á. M. D., & Martínez, R. D. O. (2015). Easing knowledge management in the power sector by means of a neuro-genetic system. *International Journal of Bio-Inspired Computation*, 7(3), 170-175.
- Sampaio, R. F., & Mancini, M. C. (2007). Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 11(1), 83-89.
- Snyder, Hannah (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 104.
- Takahashi, R. F. et al (2011). Systematic review: general notions. *Revista da Escola de Enfermagem da USP*, 45, p. 1260-1266.
- Teixeira, J. de F., & Guimarães, A. S. (2006). Inteligência Híbrida: parcerias cognitivas entre mentes e máquinas. *Informática na educação: teoria & prática*, 9(2), Porto Alegre.
- Teixeira, J. F. (1998). *Mentes e máquinas: Uma introdução à ciência cognitiva*. Porto Alegre, RS: Artes Médicas.
- Torraco, R. J. (2016). Writing integrative literature reviews: using the past and present to explore the future. *Human Resource Development Review*, 1-25.

- Tranfield, D., Denyer, D., & Smart, P. (2003). Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. *British journal of management*, 14(3), 207-222.
- Tsui, E., Wang, W. M., Cai, L., Cheung, C. F., & Lee, W. B. (2014). Knowledge-based extraction of intellectual capital-related information from unstructured data. *Expert Systems with Applications*, 41(4), 1315-1325.
- Vosgerau, D. S. R. Romanowski, J. P. (2014). Estudos de revisão: implicações conceituais e metodológicas. *Rev. Diálogo Educ., Curitiba*, v. 14, n. 41, p. 165-189.
- Wazlawick, R. S. (2014). *Metodologia de pesquisa para ciência da computação* (Vol. 2). Rio de Janeiro: Grupo Gen.
- Zuboff, S. (2019). *The Age of Surveillance Capitalism: The Fight for a Human Future at the New Frontier of Power*.