

Repositório ISCTE-IUL

Deposited in *Repositório ISCTE-IUL*:

2024-04-16

Deposited version:

Accepted Version

Peer-review status of attached file:

Peer-reviewed

Citation for published item:

Madureira, A. & Ferreira, J. (2023). Sistemas inteligentes no suporte à tomada de decisão: Que desafios? ... mas também oportunidades!. In Francisco Camacho (Ed.), 88 vozes pela inteligência artificial : O que fica para a máquina e o que fica para o homem? . (pp. 58-69). Lisboa: Oficina do Livro.

Further information on publisher's website:

<https://www.leyaonline.com/pt/ebooks/88-vozes-sobre-inteligencia-artificial-ebook/>

Publisher's copyright statement:

This is the peer reviewed version of the following article: Madureira, A. & Ferreira, J. (2023). Sistemas inteligentes no suporte à tomada de decisão: Que desafios? ... mas também oportunidades!. In Francisco Camacho (Ed.), 88 vozes pela inteligência artificial : O que fica para a máquina e o que fica para o homem? . (pp. 58-69). Lisboa: Oficina do Livro.. This article may be used for non-commercial purposes in accordance with the Publisher's Terms and Conditions for self-archiving.

Use policy

Creative Commons CC BY 4.0

The full-text may be used and/or reproduced, and given to third parties in any format or medium, without prior permission or charge, for personal research or study, educational, or not-for-profit purposes provided that:

- a full bibliographic reference is made to the original source
- a link is made to the metadata record in the Repository
- the full-text is not changed in any way

The full-text must not be sold in any format or medium without the formal permission of the copyright holders.

Sistemas inteligentes no Suporte à Tomada de Decisão: Que Desafios ? ... mas também Oportunidades !

Ana Madureira, João C. Ferreira

A evolução constante das tecnologias digitais está a transformar profundamente a economia e a sociedade, abrindo perspectivas de um mundo mais interconectado e inteligente: um mundo onde emergem novas formas de relacionamento entre as organizações e respetivos modelos de negócio, no interior das organizações, entre produtores e consumidores, e entre o homem e a máquina.

Com o aparecimento dos computadores no séc. XX, surgiu uma questão importante, analisada quer do ponto vista filosófico quer do ponto vista prático:

Poderá um computador comportar-se, um dia, de forma inteligente, exibindo um comportamento semelhante ao de um ser humano?

Esta questão mereceu a atenção de muitos cientistas, engenheiros e filósofos ao longo de décadas. A ideia de que a tecnologia poderia, um dia, vir a replicar o pensamento lógico humano foi preconizada por Alan Turing em 1950, com a publicação do artigo “*Can a machine think ?*” (Turing, 1950). O termo Inteligência Artificial foi proposto, anos mais tarde, pela comunidade científica, numa conferência em Dartmouth (EUA) em 1956. Desde então diversas definições e desenvolvimentos têm sido propostos na literatura.

A inteligência artificial (IA), como hoje a conhecemos, é considerada uma subárea das ciências da computação focada na resolução de tarefas em que os seres humanos são peritos (por exemplo, linguagem natural, e o reconhecimento de imagens). A IA, através da qual os computadores são programados para imitar comportamentos inteligentes de aprendizagem para encontrar soluções para os problemas, está presente na maioria dos aspetos das nossas vidas e setores de atividade. Várias definições e desenvolvimentos têm sido propostos na literatura, mas é consensual que o principal objetivo da IA está em dotar os sistemas e componentes de características inspiradas na inteligência humana (EC-AI, 2018).

Os humanos, e os animais em geral, reagem ao seu ambiente e realizam diferentes ações em resposta aos estímulos que recebem. Considera-se, geralmente, um sinal de inteligência se um determinado sujeito responde às alterações que ocorrem ao longo do tempo e se tornam mais eficazes. A

aprendizagem é um fator fundamental da inteligência humana assim como da Inteligência Artificial. A Aprendizagem Automática estuda algoritmos de aprendizagem, os quais especificam como as alterações no comportamento do aprendiz depende dos estímulos recebidos e do *feedback* do ambiente.

Os sistemas inteligentes são sistemas de software (e eventualmente também de hardware) concebidos por seres humanos que, tendo recebido um objetivo complexo, atuam na dimensão física ou digital percebendo o seu ambiente mediante a aquisição de dados, interpretando os dados estruturados ou não estruturados recolhidos, raciocinando sobre o conhecimento ou processando as informações resultantes desses dados e decidindo as melhores ações a adotar para atingir o objetivo estabelecido. Os sistemas de IA podem utilizar regras simbólicas ou aprender um modelo numérico, bem como adaptar o seu comportamento mediante a análise do modo como o ambiente foi afetado pelas suas ações anteriores.

Enquanto disciplina científica, a IA inclui diversas abordagens e técnicas tais como: Aprendizagem Automática de que a Aprendizagem Profunda e a Aprendizagem por Reforço são exemplos específicos; o Raciocínio Automático que inclui o planeamento, a programação, a representação do conhecimento e o raciocínio, a pesquisa e a otimização; e a Robótica que inclui o controlo, a perceção, os sensores e atuadores, bem como a integração outras técnicas em sistemas ciber-físicos.

Desde a sua proposta, na década de 50, a IA evoluiu de um campo académico para um poderoso motor de mudança social, tecnológica e económica. A IA é agora a base para uma vasta gama de tecnologias, incluindo a pesquisa web, as aplicações de smartphones, o diagnóstico médico, o reconhecimento de voz e, mais recentemente, os veículos autónomos.

O termo Inteligência Aumentada ou Amplificada - *Augmented Intelligence* - surge ainda, como uma visão da IA relativa à diferença entre sistemas que desenvolvem, melhoram e escalam a experiência humana, e aqueles que tentam replicar a inteligência humana. A capacidade dos sistemas de IA de transformar grandes quantidades de informação complexa e ambígua em conhecimento tem o potencial de revelar segredos de longa data e ajudar a resolver alguns dos problemas mais duradouros do mundo. Os sistemas de IA podem potencialmente ser usados para ajudar a descobrir conhecimento para o tratamento e diagnóstico de doenças, prever a meteorologia e gerir a economia global. A Inteligência Aumentada é uma conceptualização alternativa do termo Inteligência Artificial que se foca no papel de assistência da IA na melhoria das capacidades humanas e não na sua substituição.

O conceito de transformação digital passou a estar presente na economia e na sociedade a nível global, constituindo a base para a criação de novos modelos de negócio no quotidiano das organizações.

A Transformação Digital como principal impulsionadora da mudança no âmbito da Indústria 4.0 (I4.0), tirando partido das potencialidades dos Sistemas Ciber-Físicos, da Inteligência Artificial, da Internet das Coisas - *Internet of Things* (IoT), da Blockchain, da Computação em Nuvem, da Realidade Virtual/Aumentada, da Cibersegurança, entre outros. Neste contexto, crescem ainda os desafios associados ao impacto da pandemia Covid-19, na economia e na sociedade a nível global, e aberta à inovação, a transformação digital pretende a redução nos custos, a entrada mais rápida no mercado, a vantagem competitiva e a satisfação final do cliente.

A Transformação Digital pode ser entendida como a mudança associada à aplicação das tecnologias digitais a todos os aspetos da sociedade e setores de atividade. Implica uma aposta criativa e inovadora na digitalização de recursos e processos. O economista alemão Schwab (2016), refere no seu livro *“The Fourth Industrial Revolution”*, estarmos perante uma revolução tecnológica que modificará a forma como vivemos, trabalhamos e nos relacionamos - *“As mudanças são tão profundas que, na perspetiva da história da humanidade, nunca houve um momento tão potencialmente promissor ou perigoso. Numa escala de alcance e complexidade, a transformação será diferente de qualquer outra que o ser humano já experimentou antes”*.

Estamos perante uma nova era de desenvolvimento tecnológico - Transformação Digital - comumente designada de 4ª Revolução Industrial, Economia Digital, Indústria 4.0 ou ainda a Era dos Sistemas Ciber-Físicos. Diferentes designações para uma mesma realidade: uma nova dimensão de interconectividade, de pessoas e máquinas; uma rede global, capaz de produzir uma quantidade massiva de dados, tornando visíveis padrões até agora impossíveis de processar pela mente humana; constituída por máquinas e sistemas capazes de aprender, comunicar entre si e tomar decisões (CIP, 2018). Efetivamente a Internet transformou o modo como as organizações se relacionam com os seus clientes e utilizadores, levando ao aparecimento de novas formas de interação e de comunicação com o público-alvo.

É certo que ainda não existe um consenso quanto à forma e dimensão do impacto, não só económico, mas também societal, mas o facto de ser referida como uma “revolução”, é indicativo do seu potencial e abrangência. As atuais transformações tecnológicas, suportadas nas tecnologias digitais móveis, na digitalização de processos e produtos e especialmente na utilização de técnicas da IA irão também produzir profundas transformações na forma como trabalhamos, produzimos, ensinamos e vivemos. Os mais otimistas defendem que o resultado será positivo, não só para a economia, mas também para

a comunidade em geral que terá acesso aos benefícios de um crescimento sustentável. Os mais pessimistas argumentam que esta 4ª revolução industrial será diferente das anteriores, dado que teremos máquinas com capacidade físicas e intelectuais similares às dos humanos. Grandes desafios surgem no sentido da possível redução dos atuais profissionais e da necessidade da sua adaptação às novas tecnologias. Expressões como “*Upskill*” e “*Reskill*” surgem, no contexto atual, requerendo esforços e necessidades de formação em novas áreas do conhecimento para que as organizações consigam adaptar, os seus recursos humanos às novas necessidades e desafios.

Espera-se uma transformação metodológica e tecnológica do modelo dos sistemas de produção. Na economia global e nas operações empresariais globais, testemunhámos que a I4.0 tem sido necessária para o incremento a nível global da industrialização, informatização e digitalização da produção, no sentido de uma maior eficiência e competitividade. Considerando a relevância deste tema, tem havido uma procura crescente e esforço de investigação em relação a este tópico, com o objetivo de fornecer informações sobre as questões, desafios e soluções relacionadas com a conceção, implementação e gestão de soluções no suporte da atividade produtiva.

O paradigma da I4.0 baseia-se na interligação das máquinas, dos sistemas de produção e equipamentos, que permitirá às empresas ter a capacidade de criar redes inteligentes ao longo de toda a cadeia de valor, e assim, coordenar os processos de produção de forma independente e autónoma. Se até agora o progresso tecnológico assentou, em grande parte, na criação de novo hardware, este novo ciclo será orientado principalmente para a criação de valor através de dados e do desenvolvimento de software. O impacto esperado vai para além da simples digitalização, passando por uma forma muito mais complexa de inovação baseada na combinação de múltiplas tecnologias, que impulsionará as empresas a repensar a forma como gerem os seus negócios e processos, como se posicionam na cadeia de valor, como planeiam o desenvolvimento de novos produtos e os introduzem no mercado, ajustando as ações de marketing e de distribuição. Torna-se necessário perceber que alterações se irão verificar em ambos os lados da cadeia de valor, tanto a nível das exigências dos clientes como dos parceiros de negócio.

A I4.0 que integra técnicas de fabrico de vanguarda com sistemas inteligentes que se interligam com as organizações e as pessoas. Mas este conceito não consiste somente em sistemas inteligentes interligados, o seu alcance é mais amplo e considera desde o sequenciamento genético até à nanotecnologia, das energias renováveis à computação quântica. A sua génese está na integração das novas tecnologias e a sua interação por meio dos domínios físicos, digitais e biológicos. É também identificado como um conceito de fabrico apoiado pela integração de uma série de tecnologias com o objetivo de criar ecossistemas de fábricas inteligentes, autónomas e descentralizadas e produtos

integrados. O termo Indústria 5.0 surgiu, entretanto, como uma reação à visão da I4.0 impulsionada pelo impacto da pandemia COVID-19. O foco em temas como a sustentabilidade e a resiliência, e o apelo para que as pessoas voltem a ser mais centrais, tornou-se um tema a que os decisores, políticos e organizações devem estar cada vez mais atentos. Este novo conceito fornece uma visão da indústria que visa além da eficiência e produtividade como os únicos objetivos, e reforça o papel e o contributo da indústria para a sociedade. Coloca o bem-estar do trabalhador no centro do processo produtivo e utiliza as novas tecnologias para proporcionar prosperidade para além do emprego e do crescimento, respeitando ao mesmo tempo os limites de produção do planeta. Complementa a atual abordagem "Indústria 4.0", colocando especificamente a investigação e a inovação ao serviço da transição para uma indústria sustentável, centrada no homem e resiliente (EC, 2021).

A indústria 4.0 está fortemente focada na melhoria contínua em termos de eficiência, segurança, produtividade das operações e especialmente no retorno do investimento. Segundo (Almada-Lobo, 2016) a transformação associada à Indústria 4.0 assenta em três pilares fundamentais:

- a digitalização da produção (sistemas de informação para a gestão e planeamento da produção).
- a automatização (sistemas de dados, linhas de produção e utilização de máquinas).
- o intercâmbio automático de dados (ligação de locais de produção permitindo a gestão global da cadeia de abastecimento).

São várias as tecnologias e tendências facilitadoras identificadas: a Inteligência Artificial – *Big Data* e *Data Science*, a *Internet of Things (IoT)/Internet of Services (IoS)*, a *Blockchain*, a Computação em Nuvem, a Realidade Aumentada, a Robótica, a Computação Quântica, entre outras.

A IA é uma ferramenta inegavelmente poderosa. E como todas as ferramentas poderosas, deve ser tido grande cuidado no seu desenvolvimento e implementação. Vários esforços têm sido desenvolvidos no sentido da regulamentação de aspetos relacionados com a cibersegurança e a ética da IA. Os desenvolvimentos no campo da IA indiciam a necessidade de se considerar a Segurança como um princípio de design e não opcional. O IEEE lançou a norma "**IEEE 7000™-2021- IEEE Standard Model Process for Addressing Ethical Concerns During System Design**" que fornece uma metodologia para analisar valores, éticos e sociais a ter em consideração no processo de desenvolvimento de sistemas inteligentes, minimizando o risco e fortalecendo as relações com os seus utilizadores finais e clientes (IEEE-SASB, 2021). A Comissão Europeia tem também realizado esforços nesta área, do qual se destaca a publicação do documento "**Ethics Guidelines for Trustworthy AI**" (EC-Ethics, 2019) que propõe orientações éticas para uma IA de confiança. A nível nacional, com o lançamento do documento "**A Estratégia Nacional para a Inteligência Artificial - AI Portugal 2030**", pretende-se explorar as

diferentes potencialidades da IA na economia e na sociedade, bem como a sua aplicação em áreas como as redes de energia sustentável, cidades, florestas e oceanos, mobilidade, condução autónoma ou saúde (AI-PT, 2019).

A Inteligência Artificial e as técnicas de Aprendizagem Automática, enquanto tecnologias transformadoras, têm suscitado algum receio na comunidade, nomeadamente sobre a incapacidade humana de compreender a racionalidade subjacente a abordagens para o suporte à decisão, progressivamente mais complexas. Expressões como “Responsible AI”, “Interpretable Machine Learning (IML)” ou “eXplainable Artificial Intelligence (xAI)” têm sido propostas na literatura para responder a estes desafios, no sentido de fornecer explicações intuitivas e legíveis por humanos das decisões suportadas por sistemas inteligentes, com objetivos de confiabilidade e apoio à decisão em setores altamente regulamentados. Os sistemas inteligentes têm sido impulsionados a incorporar a possibilidade de serem explicáveis/interpretáveis para que todos os intervenientes compreendam os resultados alcançados.

A evolução das tecnologias digitais está efetivamente a transformar profundamente a economia e a sociedade, abrindo perspetivas de um mundo onde emergem novas formas de relacionamento entre as organizações e respetivos modelos de negócio, no interior das organizações, entre produtores e consumidores, e entre o homem e a máquina. O conceito de Transformação Digital passou a estar presente na economia e na sociedade a nível global. A inteligência artificial deixou de ser ficção científica, fazendo parte do nosso quotidiano. Da utilização de assistentes pessoais virtuais na organização das nossas agendas, passando pelos telemóveis que nos sugerem músicas e restaurantes de que poderemos gostar ou percursos alternativos para fugir ao trânsito, a IA é uma realidade. O cenário subjacente à I4.0 - onde se processa a evolução de uma indústria tradicional para uma indústria inteligente - baseia-se na integração de diferentes tecnologias digitais, novos materiais e novos processos.

A ubiquidade dos algoritmos de IA tem sido motor de desconfiança subjacente aos sistemas inteligentes no suporte à decisão, estimulando esforços no sentido de suportar o processo de design e desenvolvimento, na prevenção de enviesamentos, e evitar que os seus resultados possam ser tendenciosos ou errados. Podemos atualmente assistir a situações de desconfiança e até receios éticos e sociais, associados à recente aplicação baseada em modelos de linguagem de inteligência artificial – o ChatGPT. Espera-se pois um reforço de investigação e regulamentação no sentido de balizar os desafios associados ao design e aos aspetos técnicos dos algoritmos, na prevenção de enviesamentos e opacidade dos sistemas e na garantia de aspetos éticos subjacentes à humanidade.

Referências:

- AI-PT (2019), Estratégia Nacional para a Inteligência Artificial - “AI Portugal 2030”, retirado em 01-06-2021 de <https://www.incode2030.gov.pt/en/ai-portugal-2030>.
- Almada-Lobo, F. (2016), The Industry 4.0 Revolution and the Future of Manufacturing Execution Systems (MES), Journal of Innovation Management, 3(4), pp 16-21.
- CIP (2018), “A economia do futuro é hoje”, Economia Digital, Indústria – Revista de Empresários e Negócios, N.º 115, março 2018.
- EC (2021), Industry 5.0 - Towards a sustainable, human-centric and resilient European industry, EC Report, Research and Innovation, January 2021, retirado em 15-06-2021 de: https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/research-area/industrial-research-and-innovation/industry-50_pt.
- EC-AI (2018), Artificial Intelligence for Europe, Communication from the Commission to the European Parliament, The European Council, The Council, The European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, retirado em 10-06-2021 de [https://ec.europa.eu/transparency/documents-register/detail?ref=COM\(2018\)237&lang=en](https://ec.europa.eu/transparency/documents-register/detail?ref=COM(2018)237&lang=en).
- EC-Ethics (2019), Ethics Guidelines for Trustworthy AI, High-Level Expert Group on Artificial Intelligence, European Commission, retirado em 10-06-2021 de <https://ec.europa.eu/futurium/en/ai-alliance-consultation.1.html>.
- IEEE-SASB (2021), IEEE 7000™-2021, Standard, Addressing Ethical Concerns During Systems Design, IEEE SA Standard Board, junho 2021.
- Schwab, K. (2016), Historical context - The Fourth Industrial Revolution, WEF, 2016.
- Turing, A.M. (1950), Computing Machinery and Intelligence Mind, 59, pp.433-460.

Biografias

Ana Madureira é Professora Coordenadora com Agregação no Departamento de Eng^a Informática do ISEP/P.PORTO. Licenciada em Engenharia Informática, Mestre em Eng^a Eletrotécnica e de Computadores - Informática Industrial, e Doutora em Produção e Sistemas. Como principais áreas de interesse destacam-se o desenvolvimento de sistemas inteligentes para planeamento e escalonamento da produção, técnicas de otimização, meta-heurísticas e computação evolucionária, sistemas baseados em agentes, sistemas de apoio à decisão, e ciência dos dados.

João C. Ferreira é Licenciado em Física, Mestre em Telecomunicações e Doutoramento em Engenharia Informática. Os seus interesses de investigação são: ciência de dados, Text Mining, IoT, Inteligência Artificial (IA), Blockchain e aplicações de IA em saúde, energia. É autor de mais de 300 artigos em ciência da computação. Executou mais de 30 projectos (6 como PI), mais de 200 revisões de artigos científicos e mais de 25 avaliações de projectos científicos. Autor de patente em edge computing.

Bernardo Pontes é o responsável pela excelência operacional na Frulact. Com experiência profissional em diversas indústrias e regiões geográficas, tem sido um agente de transformação pelas empresas que passou, quer na reestruturação de processos internos, quer no desenvolvimento de oportunidades através das novas tecnologias. Com o intuito de poder interligar diferentes áreas tornou-se mestre em Engenharia e Gestão Industrial (Instituto Superior Técnico, 2016), mestre em Telecomunicações (University College London, 2021) e pós-graduado em Finanças Empresariais (Nova School of Business & Economics, 2023). Considera que a quebra de silos verticais dentro das empresas e o foco no cliente são a chave para desbloquear a criação de valor de forma sustentada.