

A FUSÃO DAS INTELIGÊNCIAS

Carlos Antonio Rennó

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET/MG)
caronnow@gmail.com - <http://lattes.cnpq.br/3247409858803540>

Resumo: A Inteligência Artificial (IA) originou-se inicialmente da imitação do neurônio humano por outro artificial que batizaram de *Perceptron* (Rosenblatt; Frank,1958), mas que se limitou a uma combinação matemática da coletânea de dados de entrada processada por uma função. Quando introduziram a realimentação desse processo, houve o reconhecimento de aprendizado. Atualmente está sendo difundida e utilizada a IA/Semântica, que se utiliza do maior banco de dados já existente, que é a própria internet, mas a IA/Lógica Nebulosa (Fuzzy Logic) e a IA/Redes Neurais Artificiais são outras combinações igualmente importantes.

Palavras-chave: Inteligência Artificial. Semântica. Rede Neural Artificial. Lógica Nebulosa.

Abstract: *The Artificial Intelligence initially (AI) originated from the imitation of the Human Neuron by another artificial one that they called Perceptron (Rosenblatt, Frank.1958), which was limited to a mathematical combination of the collection of input data processed by a Function. When they introduced feedback from this process, learning was recognized. Currently, AI/Semantics is being disseminated and used, which uses the largest database that already exists, which is the Internet itself, but AI/Fuzzy Logic and AI/Artificial Neural Networks are other equally important combinations.*

Keywords: *Artificial Intelligence. Semantics. Artificial Neural Network. Fuzzy Logic.*

INTRODUÇÃO

A Inteligência Artificial (IA) é atualmente um assunto popularmente difundido, mas para a maioria das pessoas é muito abstrata, confusa mesmo. Passa-se a impressão de que a IA é uma coisa única quando na verdade possui uma multiplicidade de tipos e funções. O princípio da IA encontra suas bases nos diversos “algoritmos de otimização” desenvolvidos pelos estudiosos dos cursos na área das Ciências da Computação com o objetivo de atingir uma convergência, e isso significa aprender. E o aprender sinaliza uma inteligência.

Existem diversos dispositivos projetados pelo ser humano que apresentam elevadas características não lineares, inerentemente instáveis e

variáveis no tempo, difíceis de serem modelados e controlados. Os métodos clássicos que são usados para sistemas lineares apresentam limitações quando aplicados a sistemas com essas características. Existem abordagens alternativas modernas para estudar, modelar e controlar tais sistemas, mas algumas são denominadas de não convencionais, mais conhecidas como baseadas em conhecimento e incluem o uso de ferramentas de inteligência artificial (Shaw; Simões, 1999).

1. METODOLOGIA

Quando iniciei os meus estudos para o doutorado na área de servomecanismos automatizados (Robôs), me deparei com as dificuldades e saturação do tema para o controle de uma cadeira de rodas para pessoas com tetraplegias que dificilmente teriam condições de se locomover sem ajuda de um assistente. No início do desenvolvimento da minha tese, o fiz consultando a bibliografia sobre o assunto e pude perceber que, dentre os trabalhos já desenvolvidos, muito deles já se baseavam no uso da inteligência artificial em substituição ao controle clássico. Dessa forma, parti para essa direção, visto que as avaliações de trabalhos anteriores permitiam atribuir um peso para tal, conforme a Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 - Pesos comparativos de controles simples e combinados

Campos / Tipos	Lógica Nebulosa	Redes Neurais Artificiais	Controle Clássico
Modelo Matemático	4	8	8
Habilidade para Aprender	0	8	0
Representação de Conhecimento	8	0	2
Conhecimento Especialista	8	0	2
Não-Linearidade	8	8	0
Habilidade em Otimizar	0	4	2
Tolerância a Falhas	8	8	0
Tolerância a Incertezas	8	8	0
Operação em Tempo Real	8	4	8
Total Individ.	52	48	22
Total Int. Parc. 1	100		
Total Int. Parc. 2			70

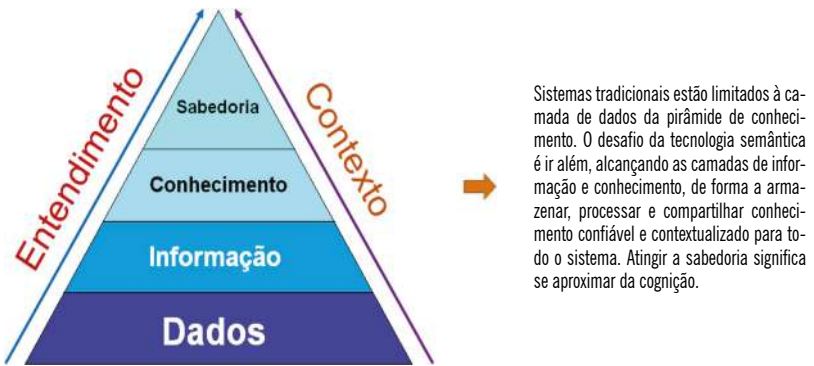
Fonte: Dados da pesquisa (elaborado pelo autor).

1.1 Inteligência artificial semântica

A Inteligência Artificial Semântica é a capacidade de máquinas compreenderem e interpretarem o significado de dados, como texto e fala em um conjunto de conceitos e a relação que os unem. Isso permite que os sistemas de IA semânticos processem informações com uma interpretação de forma similar à dos humanos.

Quando utilizamos uma ferramenta de pesquisa como o Google, embora não percebamos, ela se utiliza desse tipo de inteligência artificial para facilitar a vida do usuário que, ao procurar, digita seu objetivo de forma abstrata, que é reinterpretado pela semântica, tornando mais eficaz a localização do objeto desejado.

Figura 1 - Pirâmide do conhecimento e o desafio da tecnologia semântica



Sistemas tradicionais estão limitados à camada de dados da pirâmide de conhecimento. O desafio da tecnologia semântica é ir além, alcançando as camadas de informação e conhecimento, de forma a armazenar, processar e compartilhar conhecimento confiável e contextualizado para todo o sistema. Atingir a sabedoria significa se aproximar da cognição.

Fonte: Adaptado de Wikipédia.

O meu contato inicial com esse tipo de inteligência foi nos meados dos anos 80, quando comprei o meu primeiro computador pessoal de 8 bits e iniciei os meus estudos de programação. Naquela época, já haviam lançado uma linguagem “Lisp” voltada para desenvolver programas de Inteligência Artificial Semântica e com ela vinha um programa exemplo para a consulta da geografia dos Estados Unidos, acompanhado de um banco de dados sobre isso, que eu adquiri nessa abertura que estava fazendo em uma nova área. Eu me lembro bem de que, ao ativar o programa, escrevi: “What is the smallest city in the United State” e ele respondeu: “Smallville City”. Na década de 80, esta era uma

pequena cidade situada no estado americano do Kansas. Pude perceber com isso que estava diante de algo muito útil e que teria um futuro garantido.

Naquela época, estávamos no início da utilização da internet e não havia uma ferramenta como o Google. Hoje em dia, a Inteligência Artificial Semântica está incorporada aos mais diversos “mecanismos de procura” que se ligam ao maior banco de dados que existe no planeta, que é a própria internet, maximizando o poder dos dados e garantindo o acesso rápido e otimizado à mídia. O conteúdo existente nessa rede mundial é tão extenso e diversificado que já está permitindo a elaboração de trabalhos, artigos e até mesmo teses, com uma velocidade nunca antes imaginada.

Naturalmente, a qualidade do conteúdo gerado na pesquisa vai depender de uma revisão rigorosa pelo seu autor e/ou seus pares para evitar casos absurdos que possam ser gerados por esta própria inteligência devido a uma má colocação no processo de pesquisa.

Vale salientar que o ser humano ainda continua a ser o fator fundamental. Não estamos fora por enquanto, mas a cada dia, ela, a inteligência artificial, avança mais.

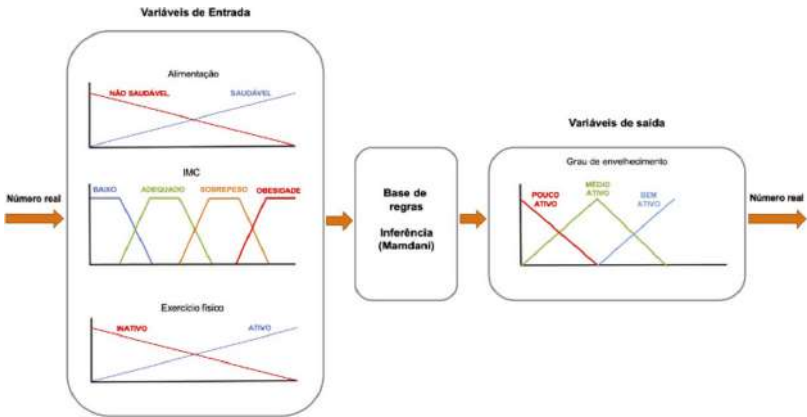
1.2 Lógica Nebulosa ou Fuzzy

Quando, na primeira década de 2000, iniciei o meu doutorado, voltei a ter contato com mais dois outros tipos de IA. A primeira delas foi a Lógica Nebulosa (que os americanos denominaram *Fuzzy Logic*) e percebi nela que era uma extensão e evolução da tradicional “Lógica Booleana”, que se limitava ao “Sim” ou “Não”, mas agora se baseando em um conhecimento de um assunto permitindo um “quase sim” e um “quase não”, tendo então uma função dedicada sendo então “possibilística”, pois se baseia nas possibilidades que podem ser feitas daquele conhecimento.

Assim, ela é considerada uma forma de lógica que lida com modelos de raciocínios imprecisos ou aproximados (Zad, 1973) com diversas combinações entre o “Sim” e o “Não”. Essa IA pode, por exemplo, oferecer um parecer inicial básico para diversos setores, tais como: Educação, Saúde, Direito, entre outros. Sua atuação abrangente sinaliza que poderá

substituir aqueles profissionais dessas diversas áreas do conhecimento que não possuem uma especialização.

Figura 2 - Variáveis de pertinência da lógica que, baseadas em regras, geram um centroide para a variável de saída aplicada aqui na área de saúde



Fonte: Stopa, 2023.

1.3 Modelagem Nebulosa baseada em Conhecimento

A geração de uma tabela que estabeleça uma correlação entre variáveis de estado de uma planta, como a cadeira de rodas, e a ação necessária para controlá-la, de certa forma, é uma “*modelagem nebulosa baseada em conhecimento*” e eu a fiz naquele meu trabalho de uma cadeira de rodas para pacientes tetraplégicos ao estabelecer as premissas de como ela deveria se comportar. Essas premissas se baseiam no meu conhecimento para o objetivo final do controle em si, conforme a tabela simplificada a seguir:

Tabela 2 - Regras simplificadas para os quadrantes do controle “Fuzzy” da cadeira de rodas

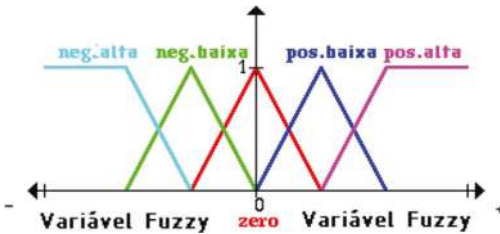
Veloc. Ang. \ Ang.	$\theta < 90^\circ$	$\theta = 0$	$\theta > 90^\circ$
$\omega < 0$	$F > 0$ ω contra		$F < 0$ ω a favor
$\omega = 0$		$F = 0$	
$\omega > 0$	$F > 0$ ω a favor		$F < 0$ ω contra

Fonte: Dados da pesquisa (elaborado pelo autor).

Sendo que: θ = Ângulo de inclinação;
 ω = Velocidade angular;
 F = Força de atuação ou ação U.

O problema daquela minha tese objetivou controlar a cadeira de rodas com movimentos para frente, para trás, parar e equilibrar uma plataforma móvel em torno de seu CG (Centro de Gravidade) que, elevado, podia girar apenas em dois sentidos: esquerda e direita.

Figura 3 - Gráfico com as Funções de Pertinência de um controlador “Fuzzy”



Fonte: Dados da pesquisa (elaborado pelo autor).

Primeiramente, define-se o que é uma variável de saída negativa, positiva, entre outros referenciais da plataforma da forma:

- a) muito negativo (azul claro);
- b) pouco negativo (verde);
- c) zero (vermelho);
- d) pouco positivo (azul);
- e) muito positivo (rosa).

1.4 Redes Neurais Artificiais

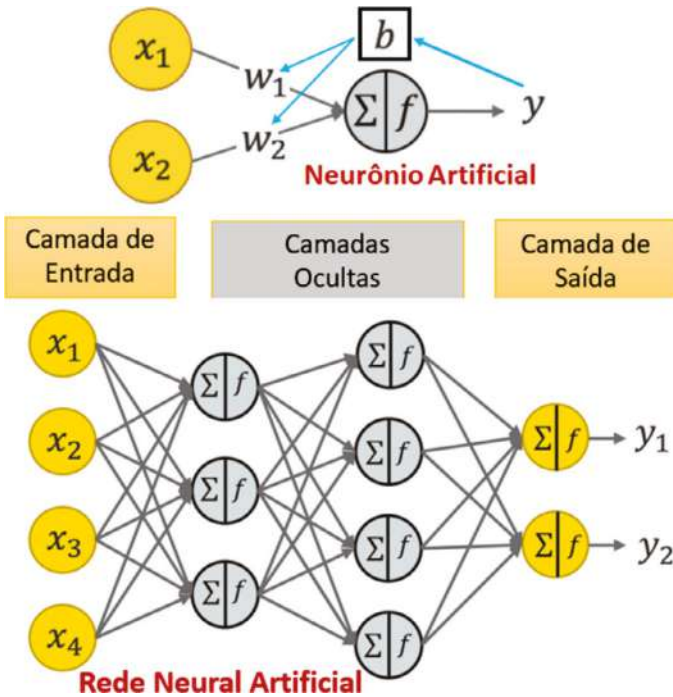
A segunda delas, a que tive contato no doutorado e não menos interessante, são as “Redes Neurais Artificiais”, com as suas estruturas de “neurônios assemelhados” aos biológicos em diversas camadas realimentadas, podendo aprender e imitar até sistemas não lineares complexos em um comportamento probabilístico, porque a sua resposta é uma probabilidade.

O “neurônio artificial” é o menor bloco de construção em todas as redes neurais. Em uma rede neural artificial, o neurônio artificial recebe como entrada um ou mais estímulos na forma de sinais que são números reais (x_1, x_2, \dots). A saída (y) de cada neurônio é calculada usando alguns pesos iniciais (W_1, W_2, \dots), modificados por uma retropropagação (que aqui por simplificação denominei de *b e não de 'bias'*) e uma função de ativação definida (f) linear ou não linear da somatória (Σ) de suas entradas (x_1, x_2, \dots).

Para as redes, temos algumas definições:

- As conexões entre os neurônios são chamadas de arestas;
- Tanto os neurônios quanto as arestas têm um peso. Este parâmetro se ajusta e muda à medida que o aprendizado prossegue por um mecanismo de retropropagação;
- O peso aumentado ou diminuído mostra a força do sinal em uma conexão “sináptica”;
- Os neurônios podem ter um limiar. Um sinal é enviado somente se o sinal agregado cruzar esse limite.

Figura 4 - As diversas conexões dos neurônios artificiais de uma rede neural artificial com retropropagação



Fonte: Adaptado de kanime.com.

O sensoriamento de sons e, principalmente de comandos vocais, é muito utilizado em navegação robótica para o desvio de obstáculos e deslocamentos em ambientes não estruturados. Contudo, uma tarefa altamente desejável, porém de difícil implementação, é a detecção e reconhecimento de sons e comandos vocais confiáveis, devido às fortes interferências que o sistema de sensoriamento de sons sofre do meio ambiente, como variações de temperatura e correntes de ar, além de ruídos.

Além disso, a forma como o sinal de som varia é intrinsecamente não linear. A aplicação de redes neurais para o reconhecimento de comandos vocais vem se mostrando muito eficiente em diversas pesquisas realizadas. A utilização de redes neurais normalmente é indicada quando o processo envolvido é não linear e/ou difícil de modelar matematicamente, sendo exatamente este o caso em questão.

A utilização de reconhecimento de voz para o sensoramento externo da cadeira de rodas móvel deve-se ao fato de que esses sistemas apresentam excelente relação custo-benefício, sendo muito baratos, além de fornecerem um conjunto de informações suficientes para permitir que uma cadeira de rodas móvel possa se deslocar com relativa segurança em ambientes parcialmente estruturados.

O reconhecimento de referências vocais utilizando o reconhecimento de voz é uma tarefa complexa, como já foi dito, quer pela sensibilidade do reconhecimento de voz a distúrbios ambientais, principalmente variações de temperatura e correntes de ar, quer pela não linearidade do processo, de difícil modelagem matemática. Por esses motivos, as redes neurais tornam-se as principais candidatas para utilização. Pode-se constatar ao final deste artigo que o seu emprego permitiu a obtenção de excelentes resultados.

A Tabela 3 a seguir resume o percentual de acerto associado a cada um dos seis tipos de referências vocais de comando da cadeira de rodas pelo tetraplégico, obtido por cada uma das redes implementadas (denominadas RPROP e Levenberg-Marquardt). Os valores indicados referem-se somente ao conjunto de teste, não envolvidos no treinamento.

Tabela 3 - Acertos pela RNA para cada comando

Tipo de Referência Vocal	RPROP	Levenberg-Marquardt
Avançar	94,3%	97,7%
Direita	100,0%	100,0%
Esquerda	100,0%	100,0%
Inclinar	87,4%	91,5%
Parar	93,4%	100,0%
Recuar	100,0%	96,7%
Em Geral	95,8%	97,6%

Fonte: Dados da pesquisa (elaborado pelo autor).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As redes neurais artificiais de retropropagação tendem a ser mais lentas para treinar do que outros tipos de redes e, às vezes, exigem milha-

res de iterações. Isso porque a unidade central de processamento da máquina deve calcular a função de cada nó e conexão separadamente. Isso pode ser muito complicado e causar problemas em redes muito grandes que contêm uma grande quantidade de dados. No entanto, as máquinas contemporâneas possuem microprocessadores rápidos o suficiente para contornar a maioria desses problemas de processamento.

Não é de hoje que os seres humanos tentam **emular a inteligência humana**. Acredita-se que tal desejo é muito antigo, datado dos povos fenícios na Mesopotâmia.

Séculos depois, a revista *Mind*, da Universidade de Oxford, publicou o artigo *Computing Machinery and Intelligence* (Turing, 1950), no qual fez o seguinte questionamento: “As máquinas podem... pensar?”. A publicação é considerada um marco em termos de debate científico sobre a possibilidade de as máquinas emularem ou reproduzirem capacidades antes inerentes ao cérebro humano. Desde que assisti, a partir da década de 50, a filmes de ficção científica, um conjunto de ideias diversas foi apresentado sob um aspecto mais romântico do que científico, que permitiu interpretações leigas assustadoras, mas muitas daquelas imaginações que eram fictícias se tornaram promissoras.

Cinco anos depois, em 1955, John McCarthy, Marvin Minsky, Nathaniel Rochester e Claude Shannon publicaram um estudo dando continuidade à temática iniciada por Turing no Dartmouth College, em New Hampshire, EUA. Na ocasião, propuseram que “...todos os aspectos da aprendizagem [...] podem, em princípio, ser descritos com tanta precisão que uma máquina pode ser feita para simulá-la” (McCarthy; Minsky; Rochester; Shannon, 1955).

Assim, surge o **conceito de Inteligência Artificial (IA)**, que se tornou realidade nas últimas décadas a partir de três vetores:

1. Criação de algoritmos de “*machine learning*” (aprendizado de máquina);
2. “Explosão” do volume de dados disponíveis na internet;
3. Capacidade computacional com processadores velozes.

Nos últimos cinco anos, a disponibilidade e desenvolvimento acelerado desses três recursos geraram o avanço da IA, especialmente a generativa. Atualmente, já temos as *redes neurais difusas* que combinam os

princípios da *lógica nebulosa* e das *redes neurais artificiais*. O resultado é uma ferramenta poderosa que pode lidar com *dados complexos* e incertos. Essas redes são capazes de aprender e fazer previsões com base em padrões nos dados, além de representar a incerteza nos dados.

As *redes neurais difusas* são úteis em uma ampla gama de aplicações, incluindo robótica, processamento de imagens e processamento de *linguagem natural*. Por exemplo, na robótica, essas redes podem ser usadas para controlar o movimento de um robô em um ambiente incerto. No processamento da imagem, essas redes podem ser usadas para reconhecer objetos em uma imagem que pode estar parcialmente obscurecida ou difícil de identificar. No processamento de *linguagem natural*, essas redes podem ser usadas para entender o significado das palavras que têm *várias interpretações*.

As *redes neurais difusas* são capazes de lidar com *dados complexos* e *incertos* e são úteis em uma ampla gama de aplicações. Ao representar a incerteza nos dados, essas redes são capazes de fazer previsões mais precisas e, portanto, são uma ferramenta importante no campo da *inteligência artificial*.

Na minha opinião, a junção das três IAs citadas anteriormente levará a um comportamento computacional que se assemelhará ao humano, com a sua cognição inclusive permitindo:

- Um raciocínio automatizado que está no cerne da inteligência artificial, no qual o foco está em criar sistemas que possam navegar independentemente no plano das deduções e inferências lógicas;
- Uma computação autônoma que é frequentemente referida como computação autogerenciável ou autocurativa, um conceito dentro da inteligência artificial e da ciência da computação;
- Um robô autônomo, que é uma máquina equipada servoacionada com sensores, processadores e atuadores que permitem que ele perceba seu ambiente, processe informações e tome ações sem a intervenção humana.

Um estudo da empresa Accenture, intitulado “*Work, workforce, workers Reinvented in the age of generative AI*”, (Shook, 2024), destaca que:

- 81% das organizações veem na IA generativa uma ferramenta que impulsiona o negócio para sua reinvenção;
- 95% dos trabalhadores consultados avaliam que a IA generativa agrega valor às suas rotinas laborais;
- 82% dos trabalhadores já conhecem e usam ferramentas com a tecnologia de IA;
- Entre as companhias consideradas líderes em seus segmentos, uma em cada quatro delas tem duas vezes mais chances de aumentar sua produtividade em 20% ou mais nos próximos três anos a partir do uso da IA generativa.

A principal aplicação trazida pelas companhias é na realização de tarefas repetitivas, que ajuda a liberar horas de profissionais para atividades que envolvem maiores níveis de complexidade.

Entre as áreas com maior potencial de uso da ferramenta estão a de serviços financeiros, em busca de produtividade; a educação, que tem mudado o processo de aprendizagem para acompanhar as novas gerações e sua forma de pensar.

Com a evolução das IAs, novas funções serão criadas, mas as pessoas estarão prontas para isso? Os profissionais devem buscar desenvolver habilidades para lidar com a tecnologia para esse período de transição e os próximos anos de avanço.

É o mesmo processo pelo qual o setor de tecnologia passou nos últimos anos em busca de profissionais de desenvolvimento. Enquanto havia uma grande quantidade de postos de trabalho, a de profissionais capacitados não acompanhava a oferta.

Em 2023, um levantamento da Google apontou que o Brasil passará por um déficit de 530 mil profissionais de tecnologia até 2025. A tendência é que a mesma situação ocorra em relação à capacitação para usar a IA.

Nesse contexto de avanço tecnológico, com a IA ajudando a resolver tarefas de baixa complexidade. Isso porque os profissionais devem entender a tecnologia como um copiloto, que pode os aconselhar e mostrar caminhos, mas a tomada de decisões deve continuar sendo humana.

Habilidades humanas, como a intuição e a inteligência emocional, são fatores que a IA ainda não consegue entregar de forma eficiente, e as escolhas também devem considerar esses aspectos que vão além da lógica racional.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Recentemente, alguns cientistas ligados ao desenvolvimento da inteligência artificial manifestaram-se preocupados com a tendência de que a utilização desta possa vir a prejudicar o ser humano. Entre as preocupações está a violação de privacidade, uma vez que dados de usuários de internet são utilizados para treinar as IAs generativas.

A IA, sobretudo a do tipo generativa, está revolucionando a forma como as sociedades trabalham e se organizam. Outro risco é que algoritmos usados em sistemas de IA, ao serem treinados por humanos, disseminem preconceitos e aumentem desigualdades.

Não são poucos os perigos associados à inteligência artificial. Entre os mais marcantes estão a concentração de poder nas mãos de poucas empresas, o desaparecimento de empregos pela automação de atividades, a disseminação descontrolada de ataques cibernéticos e o desenvolvimento de armas autônomas. Em resumo, podemos sintetizar no Tabela 4 a seguir:

Tabela 4 - Riscos devidos à inteligência artificial

Risco	Descrição
Privacidade	A IA pode coletar, analisar e interpretar dados pessoais, o que pode levar a violações e discriminação
Desinformação	A IA pode ser usada para criar conteúdo falso, como 'deepfakes', que podem ser usados para desinformar ou manipular informações
Discriminação	Algoritmos de IA podem ser treinados por humanos de forma a disseminar preconceitos
Segurança	Sistemas de Segurança podem ser alvo de ataques cibernéticos mais eficientes pela utilização da IA
Ética	A IA pode ser usada para tomar decisões que afetam a vida das pessoas, como em sistemas de justiça criminal
Impacto social e econômico	A IA pode impactar a sociedade e a economia, por exemplo, através da automação e da perda de empregos, além de induções nos sites da área de economia como Bolsa de Valores

Fonte: Dados da pesquisa (elaborado pelo autor).

A acessibilidade para o público geral também foi um fator importante para esse sucesso. Até então, a IA era um recurso de uso escasso, praticamente restrito a organizações e grandes laboratórios. Agora, as ferramentas estão disponíveis para o usuário “final”, gerando uma democratização da tecnologia.

As IAs também têm gerado grande impacto para as empresas, apoiando a análise de grandes volumes de dados e fornecendo insights a respeito deles, por exemplo.

Existem cinco principais desafios relacionados à IA que devem ser avaliados pelas sociedades e organizações. São eles:

1. **A propriedade intelectual** - as organizações precisam garantir direitos intelectuais, evitando que a tecnologia se aproprie e cometa *violações inadvertidas*.
2. **Privacidade e segurança de dados** - o uso da IA também deve estar em conformidade com direitos de privacidade e legislações, como a *Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD)*.
3. **Responsabilidade sobre o produto** - no caso das companhias, antes de apresentar ao mercado um produto ou serviço desenvolvido com IA, *é importante realizar vários testes*, uma vez que a habilidade será do usuário.
4. **Credibilidade sobre resultados** - *no caso da IA generativa, ainda se discute sobre a transparência* em relação às fontes usadas para dar base ao resultado entregue ao usuário.
5. **Identidade por voz e por imagem** - O “*deepfake*”, técnica que faz uso de aplicações para alterar rostos e vozes, é outra questão latente. A utilização indevida da IA para criar conteúdos falsos demanda, na mesma medida, tecnologias para identificar esse tipo de uso e reconhecer identidades por voz e imagem.

A inteligência artificial está transformando a atuação de empresas e setores, contribuindo diretamente com o aumento da produtividade, ao mesmo tempo que também desenha novos cenários para profissionais.

Em razão dessas mudanças, é essencial que tanto as organizações quanto os indivíduos se adaptem e se preparem para um futuro moldado pela colaboração entre humanos e máquinas.

REFERÊNCIAS

- MCCARTHY, John; MINSKY, Marvin; ROCHESTER, Nathaniel; SHANNON, Claude. A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence, August 31, 1955. **AI Magazine**, v. 27, n. 4, p. 12, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1609/aimag.v27i4.1904>. Acesso em: 13 maio 2025.
- ROSENBLATT, Frank. The perceptron: A probabilistic model for information storage and organization in the brain. **Psychological Review**, v. 65, n. 6, p. 386-408, 1958. Disponível em: <https://doi.org/10.1037/h0042519>. Acesso em: 13 maio 2025.
- SHAW, Ian S.; SIMÕES, Marcelo G. **Controle e Modelagem Fuzzy**. Inteligência Artificial. São Paulo: Edgard Blucher; FAPESP, 1999. ISBN: 09788521204169.
- SHOOK, Ellyn. **Work, workforce, workers reinvented in the age of generative AI**. Accenture, 2024. Disponível em: <https://www.accenture.com/il-en/insights/consulting/gen-ai-talent>. Acesso em: 13 maio 2025.
- TURING, Alan. M. Computing Machinery and Intelligence. **Mind**, v. LIX, n. 236, p. 433-460, 1950. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/mind/LIX.236.433>. Acesso em: 13 maio 2025.
- ZADEH, Lotfi A. Outline of a New Approach to the Analysis of Complex Systems and Decision Processes. **IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics**, v. SMC-3, p. 28-44, 1973. DOI: <https://doi.org/10.1109/TSMC.1973.5408575>.