



INTELIGÊNCIA HUMANA VERSUS ARTIFICIAL: ANÁLISE COMPARATIVA E PERSPECTIVAS DE INTEGRAÇÃO NA EDUCAÇÃO

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2025.6341

Autores: MáRCIO MENDONÇA,VITOR BLANC MILANI,WAGNER FONTES GODOY,RODRIGO HENRIQUE CUNHA PALÁCIOS

Resumo: O estudo explora a complementaridade entre inteligência artificial (I.A.) e inteligência humana (I.H.) no ensino de engenharia. Três chatbots (ChatGPT, Claude 3.5 Sonnet e Gemini 1.5) foram comparados a sete estudantes em oito questões de eletrônica: os chatbots atingiram 96 % de acerto, contra 87 % dos alunos. Depois, a cinemática inversa de um robô planar de duas juntas foi resolvida por (i) derivação manual, (ii) métodos numéricos no MATLAB e (iii) I.A. via redes neurais e chatbots. A derivação humana aprofunda a compreensão conceitual, enquanto as abordagens automatizadas verificam equações em segundos e encurtam o tempo de cálculo. Conclui-se que estratégias híbridas unem rapidez algorítmica e criatividade humana, otimizando o tempo do instrutor e preparando futuros engenheiros para problemas complexos. Pesquisas futuras avaliarão a qualidade de textos escritos apenas por IH, apenas por I.A. e por I.H. aprimorada com I.A., visando mensurar ganhos de clareza e profundidade.

Palavras-chave: Inteligência Artificial,Aprendizagem Híbrida,Robótica Educacional,I.A. Generativa,Artificial Intelligence, Hybrid Learning, Educational Robotics, Generative AI, Human Intelligence versus Artificial Intelligence,inteligência humana versus inteligência artificial

INTELIGÊNCIA HUMANA VERSUS ARTIFICIAL: ANÁLISE COMPARATIVA E PERSPECTIVAS DE INTEGRAÇÃO NA EDUCAÇÃO

1 INTRODUÇÃO

A lógica computacional, um dos fundamentos da Inteligência Artificial (I.A.), é construída a partir do raciocínio humano formalizado, baseado em conceitos como as proposições de Aristóteles e as teorias matemáticas desenvolvidas por Gödel e Turing (Maldonado *et al.*, 2016). Enquanto a I.A. generativa, é uma área extensa que estuda desde um codificador da linguagem natural até a decodificação dos dados em texto, empregada nos *ChatBots* atualmente.

Uma divisão bastante empregada em problemas de engenharia de um modo geral, resumidamente é inspirada em sistemas biológicos, por meio de algoritmos de aprendizado profundos (Haykin; Engel, 2021), lógica *fuzzy* (Zadeh, 1965) e sistemas evolutivos (Holland, 2010).

Já inteligência humana combina lógica formal com intuição, experiências sensoriais e fatores subjetivos, como consciência, emoções e ética, o que sugere uma bela complementação na interação entre as duas inteligências supracitadas (Mitchell, 2019).

Um exemplo ilustrativo é a resolução de problemas em circuitos eletrônicos. A I.A. utiliza ferramentas como tabelas verdade, álgebra booleana e árvores de decisão para otimizar soluções, aplicando cálculos sistemáticos e precisos. Por outro lado, humanos frequentemente se apoiam em heurísticas e abstrações, sendo capazes de reconhecer padrões complexos e não triviais que escapam a uma abordagem estritamente algorítmica.

Embora a I.A. demonstre grande eficiência em tarefas repetitivas e baseadas em grandes volumes de dados, como no aprendizado supervisionado, os humanos ainda são superiores em atividades que requerem criatividade, capacidade de adaptação e transferência de conhecimento entre contextos distintos (Rothman, 2024; Sautoy, 2019).

Além disso, enquanto as decisões tomadas pela I.A. são baseadas em dados e aprendizado estatístico, a lógica computacional por si só não é capaz de abordar adequadamente questões éticas e morais, que frequentemente guiam as decisões humanas.

Um exemplo prático é o desenvolvimento de veículos autônomos, cujas decisões éticas, como a escolha de minimizar danos a seres humanos, precisam ser programadas previamente, enquanto um operador humano teria uma visão holística e subjetiva da situação (Feriancic, 2019).

Devido a superioridade da I.A. em termos de velocidade e capacidade de processamento em tarefas específicas, a ausência de consciência e criatividade limita seu alcance (MIT Technology Review, 2024). Por outro lado, a inteligência humana enfrenta restrições como fadiga, memória limitada e capacidade reduzida de multitarefa (Rodrigues; Kaiut, 2023). Portanto, a relação entre I.A. e inteligência humana não deve ser vista como uma competição, mas como uma oportunidade de complementaridade.

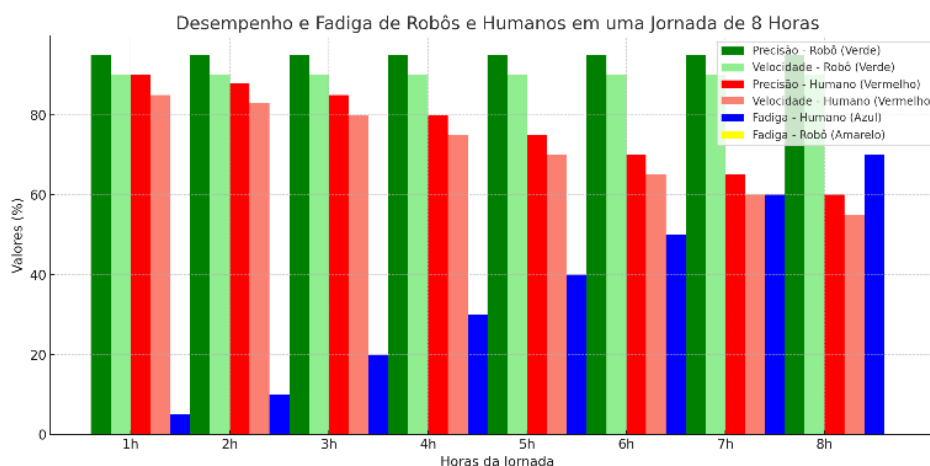
Estudantes e profissionais de engenharia têm a oportunidade de projetar sistemas híbridos que integrem o melhor de ambas as inteligências, utilizando o poder de processamento da I.A. para ampliar as capacidades humanas (Caldas *et al.*, 2020).

Um exemplo claro dessa complementaridade é a robótica colaborativa (Mendonça *et al.* 2022), nesta divisão robôs assistem humanos em tarefas repetitivas, permitindo que os profissionais concentrem seus esforços em atividades cognitivas mais complexas (Soares; Lucato, 2021). Robôs colaborativos (*cobots*) assumem funções mecânicas, enquanto o profissional humano desempenha papéis de tomada de decisão crítica, promovendo

inovações tecnológicas e melhorias de produtividade. Essa colaboração não só eleva a eficiência do trabalho, mas também aumenta a segurança em ambientes industriais.

Outra coisa que se percebe é que ao longo das horas o desempenho dos humanos tende a diminuir, a figura 1 apresenta a comparação entre o desempenho e a fadiga de robôs e humanos durante uma jornada de trabalho de 8 horas.

Figura 1 - Comparação entre o desempenho e a fadiga de robôs e humanos durante uma jornada de trabalho de 8 horas.



Fonte: Autores (2025).

Conforme o gráfico, observa-se que o desempenho dos robôs, medido pela precisão e pela velocidade, mantém-se consistentemente elevado ao longo das horas, demonstrando que os robôs não sofrem impacto negativo relacionado ao cansaço. Por outro lado, os humanos apresentam uma tendência de queda gradual no desempenho, tanto na precisão quanto na velocidade, principalmente a partir da quarta hora de trabalho. Essa redução de desempenho humano é acompanhada por um aumento significativo nos níveis de fadiga, o que evidencia as limitações físicas e cognitivas dos trabalhadores humanos ao longo de um turno contínuo.

A análise das interações entre inteligência artificial e inteligência humana revela suas limitações e potencialidades. Para futuros engenheiros e cientistas, entender essas distinções é crucial para o desenvolvimento de tecnologias eficazes, éticas e socialmente responsáveis (Candiottto; Karasinski, 2022).

O presente trabalho busca explorar essa dualidade, avaliando as capacidades de ambos os tipos de inteligência em contextos educacionais e tecnológicos, contribuindo para o avanço da ciência computacional e da formação de profissionais. Além disso, este estudo evidencia que o desempenho humano pode ser significativamente aprimorado com o auxílio da inteligência artificial, apontando para a integração de ambas como uma solução promissora para melhorar o desempenho geral.

A união entre a capacidade analítica e de processamento rápido da inteligência artificial com a flexibilidade cognitiva e a criatividade humanas demonstra um caminho viável para maximizar resultados em tarefas complexas e promover inovações tecnológicas, especialmente em ambientes que exigem tanto precisão técnica quanto julgamento crítico.

Essa abordagem híbrida destaca a complementaridade entre as duas formas de inteligência, propondo um modelo que aproveita o melhor de cada uma para enfrentar os desafios contemporâneos de maneira mais eficaz e eficiente. correspondente revisão por especialistas.

2 METODOLOGIA

A metodologia deste estudo foi desenvolvida com o objetivo de comparar o desempenho de alunos de engenharia e diferentes modelos de *chatbots* na resolução de questões de raciocínio lógico e eletrônica, bem como investigar o potencial da colaboração entre inteligência humana e inteligência artificial. O estudo foi estruturado em duas etapas distintas: a comparação direta entre os dois grupos e a análise de casos de interação colaborativa entre humanos e *chatbots*.

Na primeira etapa, dois grupos principais foram analisados: o grupo humano, composto por estudantes de Engenharia de Controle e Automação e de Engenharia de Computação, e o grupo de *chatbots*, que incluiu os modelos *ChatGPT*, *Claude Sonnet 3.5* e *Gemini 1.5*.

Ambos os grupos responderam ao mesmo conjunto de questões, composto por oito itens de múltipla escolha, que abordavam temas como circuitos elétricos, transistores, amplificadores operacionais, filtros eletrônicos e leis fundamentais da eletricidade. Cada questão apresentava quatro alternativas, sendo apenas uma correta.

Os participantes humanos, totalizando 7 alunos regularmente matriculados, responderam às questões em formato digital seguindo orientações padronizadas. As respostas foram registradas para análise posterior. Por sua vez, os *chatbots* receberam as mesmas questões em forma de *prompts* textuais padronizados.

Embora o número de participantes humanos possa ser considerado limitado, esta primeira investigação teve caráter exploratório-piloto, realizada em uma única turma disponível no semestre. O objetivo principal foi testar a viabilidade do protocolo comparativo entre alunos e *chatbots*, levantando indicadores iniciais de desempenho. Estudos futuros incluirão amostras maiores e análise estatística inferencial para generalizar os achados.

Na segunda etapa do experimento, o foco foi a solução do problema da cinemática inversa de um robô planar de dois graus de liberdade, um desafio clássico na robótica, mesmo em um modelo simplista e clássico como um robô de duas juntas rotativas (Niku, 2020). Essa etapa foi dividida em três abordagens principais: a solução manual, desenvolvida exclusivamente por inteligência humana; a solução automatizada utilizando algoritmos numéricos implementados no *MATLAB*; e a solução baseada em inteligência artificial com redes neurais artificiais e *chatbots*.

A análise dos dados foi realizada em duas etapas principais. Na primeira, foi calculada a taxa de acertos de cada participante das questões, tanto humano quanto *chatbot*, para avaliar a precisão nas respostas. Na segunda, o estudo de caso de colaboração foi examinado, buscando entender como as interações entre humanos e *chatbots* foram realizadas e quais padrões puderam ser observados no desempenho conjunto.

Essa metodologia foi projetada para oferecer uma visão abrangente, inicialmente contrastando o desempenho de humanos e *chatbots* e, posteriormente, explorando o potencial de integração entre as duas formas de inteligência.

2.1 Comparação de I.A. x I.H. na resolução de questões

As questões utilizadas neste experimento foram elaboradas para avaliar competências fundamentais no contexto de raciocínio lógico e eletrônica, abrangendo tópicos diretamente relacionados às áreas de formação dos participantes. A seleção do conjunto de questões seguiu o alinhamento ao nível de conhecimento esperado tanto dos alunos. Foram elaborados oito itens de múltipla escolha, contemplando temas como circuitos elétricos, funcionamento de transistores, amplificadores operacionais, filtros eletrônicos e leis fundamentais da eletricidade.

Cada questão foi projetada para incluir quatro alternativas, com apenas uma resposta correta, a fim de garantir um nível adequado de desafio e consistência entre os grupos

avaliados. Apresenta-se no quadro 1, o conjunto de perguntas e alternativas de resposta utilizado na comparação entre os grupos de participantes.

Quadro 1 – Questões utilizadas no experimento de comparação entre inteligência humana e artificial.

Questão	Alternativas
1. EM UM CIRCUITO COM TRANSISTOR MOSFET DO TIPO N, PARA QUE O DISPOSITIVO ENTRE EM CONDUÇÃO, É NECESSÁRIO:	A) APLICAR UMA TENSÃO NEGATIVA NO DRENO EM RELAÇÃO À FONTE. B) GARANTIR QUE A TENSÃO PORTA-FONTE EXCEDA CERTA TENSÃO LIMAR. C) ELEVAR A TENSÃO FONTE ACIMA DA TENSÃO PORTA. D) SATURAR A JUNÇÃO BASE-COLETOR.
2. EM UM AMPLIFICADOR OPERACIONAL CONFIGURADO COMO SEGUIDOR DE TENSÃO (BUFFER):	A) O GANHO DE TENSÃO É MAIOR QUE 1. B) O GANHO DE TENSÃO É SEMPRE NEGATIVO. C) O GANHO DE TENSÃO É IGUAL A 1. D) O GANHO DE TENSÃO DEPENDE DA FREQUÊNCIA DE ENTRADA.
3. AO ANALISAR UM CIRCUITO RC EM SÉRIE AO SER APLICADO UM SINAL DE ENTRADA, A FREQUÊNCIA DE CORTE É DADA POR:	A) (R/C) B) $1/(2\pi RC)$ C) $2\pi R/C$ D) $(R + C)/2\pi$
4. PARA QUE UM TRANSISTOR BJT NPN ATUE NA REGIÃO DE SATURAÇÃO:	A) A JUNÇÃO BASE-EMISSION DEVE ESTAR REVERSAMENTE POLARIZADA. B) A JUNÇÃO BASE-COLETOR DEVE ESTAR DIRETAMENTE POLARIZADA. C) AS JUNÇÕES BASE-EMISSION E BASE-COLETOR DEVEM ESTAR DIRETAMENTE POLARIZADAS. D) NENHUMA JUNÇÃO NECESSITA POLARIZAÇÃO DIRETA.
5. CONSIDERANDO UM DIODO ZENER, QUAL A CARACTERÍSTICA MARCANTE DESSE DISPOSITIVO?	A) ELE CONDUZ SOMENTE NO SENTIDO DIRETO SEM APRESENTAR LIMITE DE TENSÃO. B) ELE LIMITA A CORRENTE A UM VALOR CONSTANTE, INDEPENDENTEMENTE DA TENSÃO APLICADA. C) ELE MANTÉM UMA TENSÃO PRATICAMENTE CONSTANTE EM POLARIZAÇÃO REVERSA, ACIMA DE UM VALOR ESPECÍFICO. D) ELE NÃO PODE SER USADO EM REGULADORES DE TENSÃO.
6. EM UM CONVERSOR A/D (ANALÓGICO-DIGITAL), A RESOLUÇÃO É DETERMINADA PELO NÚMERO DE BITS. QUANTO MAIOR O NÚMERO DE BITS:	A) MENOR A RESOLUÇÃO. B) MAIOR A QUANTIDADE DE NÍVEIS QUANTIZADOS. C) MENOR O NÚMERO DE AMOSTRAS POR SEGUNDO. D) INVARIÁVEL A QUALIDADE DA CONVERSÃO.
7. EM UM CIRCUITO INTEGRADO TTL (TRANSISTOR-TRANSISTOR LOGIC), O NÍVEL LÓGICO "1" É TÍPICAMENTE REPRESENTADO POR UMA TENSÃO PRÓXIMA DE:	A) 0 V B) 5 V C) -5 V D) 12 V
8. UM FILTRO PASSA-ALTA RC SIMPLES (CAPACITOR EM SÉRIE SEGUIDO POR RESISTOR À TERRA) APRESENTA QUAL CARACTERÍSTICA?	A) ATENUA FREQUÊNCIAS ALTAS E DEIXA PASSAR FREQUÊNCIAS BAIXAS. B) ATENUA FREQUÊNCIAS BAIXAS E DEIXA PASSAR FREQUÊNCIAS ALTAS. C) ATENUA TODAS AS FREQUÊNCIAS IGUALMENTE. D) NÃO DEPENDE DO VALOR DE C PARA DETERMINAR A FAIXA DE PASSAGEM.

Fonte: Autores (2025).

2.2 Solução do problema da cinemática inversa

Este estudo utiliza o problema clássico da cinemática inversa de um robô planar com duas juntas rotativas, amplamente explorado na robótica. O objetivo é determinar os ângulos das juntas (θ_1, θ_2) necessários para que o efetuador final alcance uma posição desejada (x, y). Esse problema é caracterizado por sua complexidade matemática, envolvendo múltiplas soluções analíticas e desafios na resolução em tempo real.

A metodologia foi estruturada em três etapas principais. Inicialmente, a solução analítica do problema foi desenvolvida manualmente por programadores humanos, utilizando as equações clássicas baseadas em trigonometria e cinemática direta. Em seguida, foram implementadas soluções automatizadas, incluindo o uso de algoritmos numéricos via ferramenta MATLAB, abordagens baseadas em aprendizado de máquina, como redes neurais artificiais, e o uso de *chatbots* (como o *ChatGPT* o1 da *OpenAI*) para gerar soluções de forma interativa.

Na etapa manual, os programadores derivaram as expressões analíticas para (θ_1, θ_2) , considerando as restrições do modelo, como limites de juntas e singularidades. As possíveis configurações do robô, conhecidas como “cotovelo para cima” e “cotovelo para baixo”, também foram calculadas e analisadas.

Na etapa automatizada, o *MATLAB* foi utilizado para resolver numericamente as equações não lineares do problema, empregando métodos como *solve* para encontrar soluções em tempo real. Adicionalmente, redes neurais artificiais foram treinadas para mapear diretamente as entradas (x, y) e para os ângulos (θ_1, θ_2) , reduzindo o tempo de cálculo para aplicações práticas. Por fim, *chatbots* foram empregados para fornecer soluções analíticas e discutir estratégias de resolução, avaliando sua precisão e aplicabilidade no contexto acadêmico.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos neste estudo revelaram diferenças claras entre o desempenho dos alunos e dos modelos de *chatbots* nas questões aplicadas.

3.1 Comparação de I.A. x I.H. na resolução de questões

A Tabela 1 apresenta a taxa de acertos de cada *chatbot*, destacando as diferenças de desempenho entre os modelos analisados.

Tabela 1 - Erros e acertos de cada *chatbot* analisado.

Chatbot	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8
ChatGPT	Acerto	Acerto	Acerto	Acerto	Acerto	Acerto	Acerto	Acerto
Claude Sonnet 3.5	Acerto	Acerto	Acerto	Acerto	Acerto	Acerto	Acerto	Acerto
Gemini 1.5	Acerto	Acerto	Acerto	Acerto	Acerto	Acerto	Erro	Acerto
% Acerto - IA	100%	100%	100%	100%	100%	100%	67%	100%

Fonte: Autores (2025).

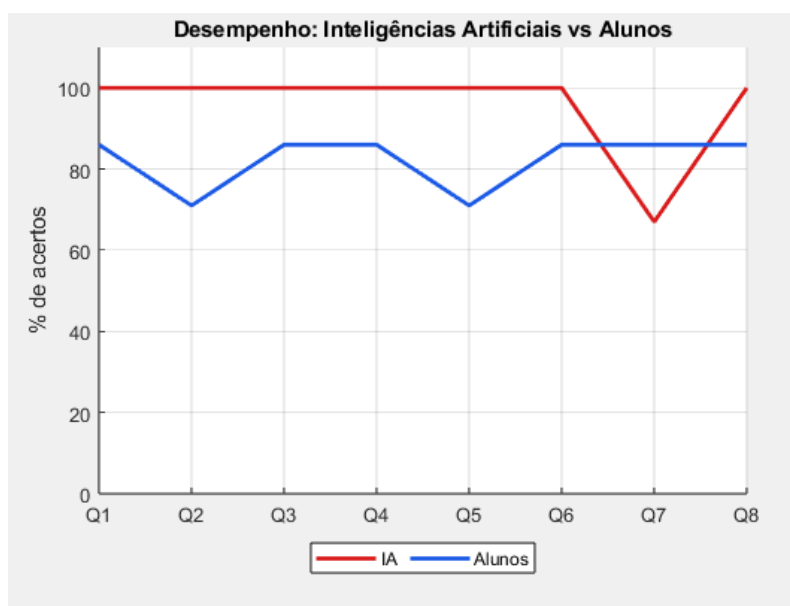
No grupo de *chatbots*, o *ChatGPT* e o *Claude Sonnet* 3.5 alcançaram taxa de acertos de 100%, enquanto o *Gemini* 1.5 apresentou um acerto de 87,5%, errando apenas uma das questões. Esses resultados indicam que os modelos mais avançados são capazes de processar as questões com alta precisão e consistência. A Tabela 2 apresenta o desempenho individual dos alunos, incluindo a taxa de acertos de cada participante humano.

Tabela 2 - Taxa de acertos dos *discentes*.

Alunos	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8
Aluno 1	Acerto	Acerto	Acerto	Acerto	Acerto	Acerto	Acerto	Acerto
Aluno 2	Acerto	Acerto	Acerto	Acerto	Erro	Acerto	Acerto	Erro
Aluno 3	Erro	Erro	Erro	Erro	Acerto	Erro	Erro	Acerto
Aluno 4	Acerto	Acerto	Acerto	Acerto	Acerto	Acerto	Acerto	Acerto
Aluno 5	Acerto	Acerto	Acerto	Acerto	Acerto	Acerto	Acerto	Acerto
Aluno 6	Acerto	Acerto	Acerto	Acerto	Erro	Acerto	Acerto	Acerto
Aluno 7	Acerto	Erro	Acerto	Acerto	Acerto	Acerto	Acerto	Acerto
% Acerto - Alunos	86%	71%	86%	86%	71%	86%	86%	86%

Fonte: Autores (2025).

Figura 1 – Gráfico Comparativo com o desempenho médio dos alunos VS desempenho médio da I.A..



Fonte: Autores (2025).

No grupo humano, a taxa média de acertos foi de 87%, com variações individuais entre 71% e 100% entre os participantes. É relevante mencionar que foi uma atividade para entrega a posteriori. Posto isso, não se pode descartar a possibilidade de que alguns alunos tenham recorrido a ferramentas de pesquisa, incluindo *chatbots*, como auxílio na resolução das questões. Independentemente desse fator, os resultados demonstram uma clara superioridade no desempenho das inteligências artificiais, evidenciando que, em tarefas técnicas e objetivas, com pouca ou nenhuma subjetividade envolvida, a I.A. apresenta um desempenho mais consistente e elevado. Isso reforça seu potencial como ferramenta eficiente para a resolução de problemas que demandam complexidade, precisão e rapidez.

3.2 Solução do problema da cinemática inversa

Os experimentos realizados com o problema da cinemática inversa do robô planar de duas juntas rotativas permitiram analisar a eficácia de diferentes abordagens – manual, algoritmos numéricos, redes neurais artificiais e *chatbots* – na determinação dos ângulos (θ_1, θ_2) para alcançar posições alvo (x, y) .

É importante ressaltar que a cinética inversa pode ter várias soluções quanto maior o grau de liberdade dos robôs e ou braços robóticos (Niku, 2020)

$$x = B_1 \cos(\theta_1) + B_2 \cos(\theta_1 + \theta_2) \quad (1)$$

$$y = B_1 \sin(\theta_1) + B_2 \sin(\theta_1 + \theta_2) \quad (2)$$

Na abordagem manual, os programadores derivaram as equações analíticas (1) e (2) para calcular (θ_1, θ_2) . A equação da distância ao quadrado foi utilizada como ponto de partida:

$$r^2 = x^2 + y^2 \quad (3)$$

A partir desta relação, os valores de $\cos(\theta_2)$ e $\sin(\theta_2)$ foram determinados utilizando a lei dos cossenos e a relação trigonométrica:

$$\cos(\theta_2) = \frac{r^2 - B_1^2 - B_2^2}{2 B_1 B_2} \quad (4)$$

$$\sin(\theta_2) = \pm \sqrt{1 - \cos^2(\theta_2)} \quad (5)$$

Essas expressões permitiram calcular θ_2 , levando em consideração as duas possíveis configurações do robô: "cotovelo para cima" e "cotovelo para baixo". Em seguida, (θ_1, θ_2) foram calculados a partir da relação entre os ângulos e a posição (x, y) .

$$\theta_1 = \text{atan2}(y, x) - \text{atan2}(k_2, k_1) \quad (5)$$

$$\theta^2 = \text{atan2}(\sin(\theta_2), \cos(\theta_2)) \quad (6)$$

$$\begin{aligned} k_1 &= B_1 + B_2 \cos(\theta_2) \\ k_2 &= B_2 \sin(\theta_2) \end{aligned} \quad (7)$$

Os algoritmos numéricos implementados no *MATLAB* utilizaram as equações acima para resolver (θ_1, θ_2) de forma iterativa. O método solve foi empregado para lidar com as equações não lineares, permitindo encontrar soluções viáveis em tempo real. As equações para foram ajustadas para garantir que as restrições físicas do robô fossem respeitadas, como os limites das juntas e as singularidades.

As redes neurais artificiais foram treinadas para mapear diretamente as entradas (x, y) para os ângulos (θ_1, θ_2) , utilizando um conjunto de dados gerado a partir das equações descritas acima. Essa abordagem eliminou a necessidade de resolver explicitamente as equações em tempo real, reduzindo significativamente o tempo de cálculo para aplicações práticas.

Já o *chatbot ChatGPT O1* demonstrou a capacidade de auxiliar na interpretação das equações e na validação das soluções. O *chatbot* foi capaz de derivar soluções analíticas com base nas equações fornecidas, além de discutir os impactos das restrições do sistema, como limites de junta e singularidades.

4 CONCLUSÃO

Este estudo explorou as interações entre inteligência humana e inteligência artificial em contextos educacionais e tecnológicos com resultados promissores, destacando suas diferenças, complementaridades e possibilidades de integração. A comparação entre o desempenho de alunos de engenharia e *chatbots* na resolução de questões técnicas evidenciou o potencial da inteligência artificial em tarefas que exigem complexidade, precisão, rapidez e processamento lógico por meio de aprendizado de máquina, enquanto a inteligência humana demonstrou sua superioridade em situações que envolvem criatividade e julgamento crítico, raciocínio.

Além disso, o estudo da solução do problema da cinemática inversa de um braço robótico de dois graus de liberdade, um problema não trivial, no qual a versão O1 do *chatgpt* levou segundos.

A solução feita por humano, certamente levaria mais tempo, considerando diferentes níveis da Inteligência Humana, apresentada no próprio confronto. A aplicação de *chatbots* nesse contexto mostrou-se uma ferramenta de suporte útil, reforçando seu papel como recurso complementar no desenvolvimento de soluções científicas e ou tecnológicas.

Os resultados apontam para a importância de estratégias híbridas que combinem o melhor das duas formas de inteligência, maximizando seus pontos fortes e mitigando suas limitações. Para o avanço da engenharia e da robótica, a integração entre inteligência humana e artificial não deve ser vista apenas como uma alternativa, mas como uma necessidade em um mundo cada vez mais dinâmico e orientado por inovações tecnológicas.

Uma reflexão importante que pode ser uma colaboração dessa investigação científica é de que um engenheiro ou pares que dominarem essas técnicas como por exemplo, os *chatbots* usando engenharia de *prompt*, certamente terão significativa vantagem.

Futuros estudos podem explorar a aplicação dessa abordagem híbrida em sistemas mais complexos e em ambientes reais, avaliando seu impacto em escalas maiores e em diferentes áreas da engenharia, além disso, pretende-se expandir o estudo adotando estratégias pedagógicas que integrem *chatbots* e demais ferramentas de I.A. a atividades de resolução colaborativa de problemas.

Para um trabalho futuro, todos os registros de interação dos alunos com os *chatbots* (*prompts*, respostas e tempo de execução) serão analisados, após anonimização, por métricas básicas de *learning analytics*, como por exemplo, frequência de uso, profundidade das perguntas e correlação com o desempenho nas avaliações presenciais. Esses dados ajudarão a refinar o desenho instrucional e a dimensionar o real impacto da I.A. no desenvolvimento de competências de raciocínio crítico e autonomia profissional.

Investigações mais aprofundadas sobre o papel de ferramentas baseadas em I.A., como *chatbots*, em processos de aprendizagem e desenvolvimento técnico podem contribuir significativamente para a formação de profissionais mais preparados para os desafios do futuro.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

ADAPTATION IN NATURAL AND ARTIFICIAL SYSTEMS. [s. d.]. **MIT Press**. Available at: <https://mitpress.mit.edu/9780262581110/adaptation-in-natural-and-artificial-systems/>.

Accessed on: 6 Jun. 2025.

CALDAS, Ricardo Diniz; RODRIGUES, Arthur; GIL, Eric Bernd; RODRIGUES, Genáina Nunes; VOGEL, Thomas; PELLICIONE, Patrizio. A Hybrid Approach Combining Control Theory and AI for Engineering Self-Adaptive Systems. 29 Jun. 2020., arXiv:2004.11793 [cs]. **Proceedings of the IEEE/ACM 15th International Symposium on Software Engineering for Adaptive and Self-Managing Systems** [...]. [S. l.: s. n.], 29 Jun. 2020. p. 9–19. DOI [10.1145/3387939.3391595](https://doi.org/10.1145/3387939.3391595). Available at: <http://arxiv.org/abs/2004.11793>. Accessed on: 16 Jan. 2025.

CANDIOTTO, Kleber Bez Birolo; KARASINSKI, Murilo. Inteligência Artificial e os Riscos Existenciais Reais: Uma Análise das Limitações Humanas de Controle. **Filosofia Unisinos**, [s. l.], vol. 23, p. e23307, 25 Nov. 2022. <https://doi.org/10.4013/fsu.2022.233.07>.

FERIANCIC, Gabriel. Veículos Autônomos: Ética e Responsabilidade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MOBILIDADE URBANA - ANTP - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS, 26 Sep. 2019. **Comunicações Técnicas** [...]. São Paulo - Brasil: [s. n.], 26 Sep. 2019.

HAYKIN, Simon; ENGEL, Paulo Martins. **Redes Neurais: Princípios e Prática**. [S. l.]: Bookman, 2021.

HOLLAND, John H. **Adaptation in Natural and Artificial Systems: An Introductory Analysis with Applications to Biology, Control, and Artificial Intelligence**. Cambridge, Mass.: Bradford Books, 2010.

I.A. E HUMANIDADE: DESVENDANDO OS LIMITES DA CRIATIVIDADE E CONSCIÊNCIA - MIT TECHNOLOGY REVIEW. 19 Feb. 2024. **MIT Technology Review - Brasil**. Available at: <https://mittechreview.com.br/I.A.-e-humanidade-desvendando-os-limites-da-criatividade-e-consciencia/>. Accessed on: 16 Jan. 2025.

MALDONADO, José Carlos; VITERBO, José; DELAMARO, Marcio; TEDE, Patricia Cabral de Azevedo Restelli; KON, Fabio; ZAMBOM, Eduardo; SILVA, Thiago H.; LOUREIRO, Antonio A. F.; FIGUEIREDO, Celina de; MARCZAK, Sabrina dos Santos; LAMB, Luis; BARROS, Flavia de Almeida; ROSA, João Luis Garcia. **Jornadas de Atualização em Informática 2016**. [S. l.]: Sociedade Brasileira de Computação, 2016. DOI [10.5753/sbc.6](https://doi.org/10.5753/sbc.6). Available at: <https://books-sol.sbc.org.br/index.php/sbc/catalog/book/6>. Accessed on: 6 Jun. 2025.

MENDONÇA, M.; H. C. PALACIOS, RODRIGO; BREGANON, RICARDO; SOUZA, L. B.; RODRIGUES CINTRA MOURA, LILLYANE. **Analysis of the Inverse Kinematics and Trajectory Planning Applied in a Classic Collaborative Industrial Robotic Manipulator**. IEEE Latin America Transactions, v. 20, p. 363-371, 2022.

MITCHELL, Melanie. **Artificial Intelligence: A Guide for Thinking Humans**. New York: Farrar, Straus and Giroux, 2019.

NIKU, Saeed B. **Introduction to Robotics: Analysis, Control, Applications**. Hoboken, NJ Chichester, West Sussex: Wiley, 2020.

RODRIGUES, Fabiano de Abreu Agrela; KAIUT, Ravi Kishore Tiboni. O Cérebro Em Multitarefas. **Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar**, [s. l.], vol. 7, no. 5, p. 2906–2916, 13 Oct. 2023. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i5.7929.

ROTHMAN, Joshua. In the Age of A.I., What Makes People Unique? **The New Yorker**, [s. l.], , sec. open questions, 6 Aug. 2024. Available at: <https://www.newyorker.com/culture/open-questions/in-the-age-of-ai-what-makes-people-unique>. Accessed on: 16 Jan. 2025.

SAUTOY, Marcus Du. **The Creativity Code: Art and Innovation in the Age of AI**. Cambridge (Mass.): Belknap Press: An Imprint of Harvard University Press, 2019.

SOARES, Renan; LUCATO, André Vicente Ricco. ROBÓTICA COLABORATIVA NA INDÚSTRIA 4.0, SUA IMPORTÂNCIA E DESAFIO. **Revista Interface Tecnológica**, [s. l.], vol. 18, no. 2, p. 747–759, 20 Dec. 2021. <https://doi.org/10.31510/infa.v18i2.1298>.

ZADEH, L. A. Fuzzy sets. **Information and Control**, [s. l.], vol. 8, no. 3, p. 338–353, 1 Jun. 1965. [https://doi.org/10.1016/S0019-9958\(65\)90241-X](https://doi.org/10.1016/S0019-9958(65)90241-X).

HUMAN VERSUS ARTIFICIAL INTELLIGENCE: A COMPARATIVE ANALYSIS AND PROSPECTS FOR INTEGRATION IN EDUCATION

Abstract: *The study explores how artificial intelligence (AI) and human intelligence (HI) complement each other in engineering education. Three chatbots (ChatGPT, Claude 3.5 Sonnet and Gemini 1.5) answered eight electronics questions alongside seven students: AI averaged 96 % accuracy, the students 87 %. The inverse kinematics of a two-joint planar robot was then solved via (i) manual derivation, (ii) MATLAB numerical methods and (iii) AI through neural networks and chatbots. Manual work deepened conceptual insight, while automated approaches verified equations in seconds and slashed computation time. Hybrid strategies thus merge algorithmic speed with human creativity, saving instructor time and better preparing future engineers for complex challenges. Upcoming research will gauge the quality of texts produced solely by HI, solely by AI and by HI refined with AI to measure gains in clarity and depth.*

Keywords: *Artificial Intelligence, Hybrid Learning, Educational Robotics, Generative A.I., Human Intelligence versus Artificial Intelligence.*

