



21 A 23 DE NOVEMBRO DE 2025
XXX ENAPET

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E DIREITOS HUMANOS:
DESAFIOS ÉTICOS PARA O SÉCULO XXI

ESTRUTURAÇÃO DE UMA PROPOSTA DIDÁTICA SOBRE REDES NEURAIAS A PARTIR DE UM SISTEMAS DE RASTREAMENTO SOLAR¹

RODRIGUES, Y. R.¹; OLIVEIRA, T. C.²

¹Grupo PET Engenharia Elétrica, UNIFEI; ²Tutor do Grupo PET Engenharia Elétrica, UNIFEI, Campus Itajubá
E-mail: yrr.reis@outlook.com, thiagocle@unifei.edu.br, peteletricaunifei@gmail.com

RESUMO: A Inteligência Artificial (IA) é uma área crucial no mercado, mas sua complexidade conceitual dificulta a inserção na educação básica e técnica. Este trabalho propõe uma solução por meio de um produto educacional estruturado a partir de um estudo de caso em otimização de sistemas fotovoltaicos. O objetivo é desenvolver uma proposta didático-pedagógica de fundamentos de redes neurais para estudantes, utilizando a otimização de rastreadores solares como modelo explicativo aplicado. A metodologia incluiu uma revisão sistemática focada em modelos de IA aplicados a rastreadores solares, analisando arquiteturas de Redes Neurais Artificiais (RNAs) e Redes Neurais Sem Pesos (WNNs), estas últimas, caracterizadas por sua abordagem de mapeamento não-paramétrico via n-tuple. Os materiais encontrados na revisão, que validam a eficiência do WQNN no rastreamento solar adaptativo são traduzidos em um material didático detalhado que explica o funcionamento do neurônio artificial, do aprendizado por reforço e dos sistemas de classificação baseados em memória. Espera-se que este conjunto democratize o acesso ao conhecimento sobre tecnologias avançadas, capacitando jovens estudantes a compreenderem os princípios da Inteligência Artificial.

Palavras-chave: Aprendizagem Baseada em Problemas; Democratização da Educação; Energia solar; Inteligência Artificial.

STRUCTURING A DIDACTIC PROPOSAL ON NEURAL NETWORKS FROM A SOLAR TRACKING SYSTEMS

ABSTRACT: Artificial Intelligence (AI) is a crucial area in the job market, but its conceptual complexity hinders its insertion into basic and technical education. This work proposes a solution through an educational product structured based on a case study in photovoltaic system optimization. The objective is to develop a didactic-pedagogical proposal for the fundamentals of neural networks for students, using solar tracker optimization as an explanatory applied model. The methodology included a systematic review focused on AI models applied to solar trackers, analyzing Artificial Neural Network (ANN) and Weightless Neural Network (WNN) architectures, the latter characterized by their non-parametric-tuple mapping approach. The review findings, which validate the efficiency of WQNN in adaptive solar tracking, are translated into detailed didactic material that explains the functioning of the artificial neuron, reinforcement learning, and memory-based classification systems. It is expected that this product will democratize access to knowledge about advanced technologies, enabling young students to understand the principles of Artificial Intelligence.

¹ Área do Conhecimento: Engenharia Elétrica (3.04.00.00-7); ODS 7: Energia Limpa e Acessível.



XXX ENCONTRO NACIONAL DOS GRUPOS PET
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA (UnB)
Campus Darcy Ribeiro, Asa Norte
70910-900, Brasília - DF





21 A 23 DE NOVEMBRO DE 2025
XXX ENAPET

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E DIREITOS HUMANOS: DESAFIOS ÉTICOS PARA O SÉCULO XXI

Keywords: Problem-Based Learning; Democratization of Education; Solar Energy; Artificial Intelligence.

Introdução

A Inteligência Artificial (IA) vivencia um avanço exponencial, impulsionado pela popularização de modelos generativos como Large Language Models (LLMs), modelos de difusão (e.g., Stable Diffusion) entre outras ferramentas. Este rápido progresso exige que a educação incorpore o uso benéfico e os fundamentos da IA de forma prematura, capacitando os estudantes a não apenas utilizarem, mas a compreenderem a base conceitual destas tecnologias que remodelarão o mercado de trabalho. Tal urgência é percebida globalmente: em cidades como Pequim, na China, o ensino de IA já foi incorporado obrigatoriamente na estrutura curricular do ensino fundamental e médio, como parte de uma estratégia nacional para formar cidadãos e profissionais alinhados com o futuro tecnológico (EXAME, 2025).

Paralelamente, a transição energética global posiciona a geração fotovoltaica como um dos principais vetores de crescimento na matriz elétrica. Segundo projeções da Agência Internacional de Energia (IEA), a fonte solar fotovoltaica se tornará a maior do mundo em capacidade instalada até 2027, superando a geração termelétrica e consolidando-se como pilar da matriz elétrica (ARANDA, 2025). Este crescimento massivo demanda inovações em eficiência e controle.

O rendimento de um painel fotovoltaico depende intrinsecamente de sua estrutura, composição cristalina e, sobretudo, de sua orientação em relação ao sol. A placa captura energia quando o fóton atinge o material semicondutor no ângulo ideal, que deve ser perpendicular aos cristais. Como o Sol se move ao longo do dia, e a irradiação é afetada por nuvens e sombreamento, a melhoria na estrutura da placa passa necessariamente por algoritmos de rastreamento que ajustam o ângulo do painel, garantindo que o módulo fotovoltaico maximize sua exposição (SOUZA, 2025).

Neste contexto, a aplicação de Redes Neurais (RNs), especificamente as Redes Neurais Sem Pesos (WNNs), baseadas em memória e classificação por n-tuple, demonstram superioridade em problemas de controle de tempo real e Aprendizado por Reforço (RL) (SOUZA, 2025), enquanto as Redes Neurais Artificiais (RNAs) do tipo Perceptron de Múltiplas



XXX ENCONTRO NACIONAL DOS GRUPOS PET
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA (UnB)
Campus Darcy Ribeiro, Asa Norte
70910-900, Brasília - DF





Camadas (MLP), surgem como solução ideal para problemas de regressão, mapeamento de funções e desenvolvimento de algoritmos de controle adaptativos, capazes de otimizar o posicionamento e o Ponto de Máxima Potência (MPPT) dos painéis em tempo real.

Dada a complexidade conceitual desses modelos, o presente trabalho tem como objetivo a estruturação de um Produto Educacional que utiliza a otimização de rastreadores solares por RNs como um Estudo de Caso (Aprendizagem Baseada em Problemas - ABP), facilitando a compreensão dos fundamentos da IA por estudantes de ensino técnico, médio ou superior, e por discentes do Programa de Educação Tutorial (PET), alinhando-se com a missão de tutoria e a capacitação integral do grupo.

Método

O desenvolvimento deste trabalho pautou-se em uma metodologia estruturada em duas macrofases sequenciais: a Revisão Sistemática da Literatura Aplicada à IA e o Desenho Instrucional (ID) do Produto Educacional.

A primeira fase objetivou o aprofundamento técnico nos modelos de redes neurais mais adequados para o controle de sistemas fotovoltaicos, sendo iniciada pela definição do escopo e das bases de dados. O foco foi estabelecido em estudos de caso sobre a otimização de rastreamento solar e MPPT, com consultas primárias às bases Scopus, IEEE Xplore e Google Scholar.

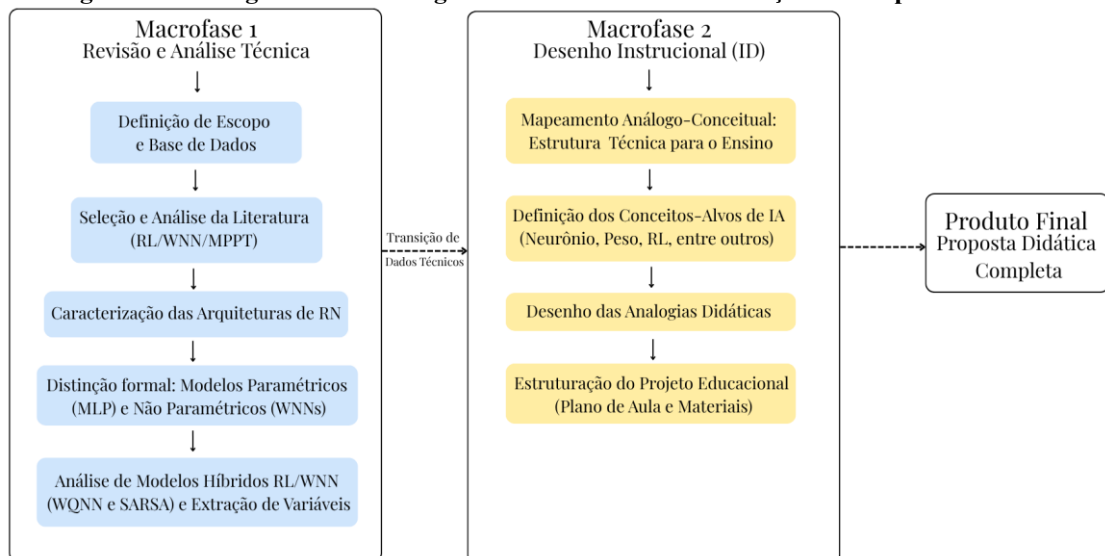
O procedimento metodológico incluiu a seleção e análise da literatura técnica, com o propósito de isolar as formulações conceituais subjacentes. Foram extraídos os detalhes sobre o RL, como a modelagem do problema via Processo de Decisão de Markov (MDP) e as regras de atualização de valor-ação (SUTTON; BARTO, 2018), contrastando-os com o aprendizado supervisionado tradicional. Em seguida, procedeu-se à análise e caracterização das arquiteturas de redes neurais. Este passo envolveu a distinção formal entre os Modelos Paramétricos, representados pelo MLP, utilizados em problemas de regressão como o MPPT (GASPERACCO, 2018), e os Modelos Não-Paramétricos, representados pelas WNNs. Por fim, a análise culminou na compreensão dos Modelos Híbridos RL/WNN, especificamente a Weightless Q-Learning Neural Network (WQNN) e o n-Tuple SARSA (SOUZA, 2025). O rigoroso mapeamento de variáveis foi executado para correlacionar as variáveis de entrada do

sistema físico com o sinal de chamada para ação (irradiação parcialmente detectada - POA), essencial para o ciclo de aprendizado autônomo do agente (SOUZA, 2025).

A segunda macrofase utilizou desta estrutura técnica para criar a proposta didática através de um Mapeamento Análogo-Conceitual. Isso incluiu a definição dos Conceitos-Alvo de IA (neurônio, peso, bias, função de ativação, aprendizado supervisionado e aprendizado por reforço) e o Desenho das Analogias Didáticas, traduzindo os princípios do MLP e do WQNN em analogias didáticas adequadas para o ensino via Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), com o objetivo de traduzir os achados técnicos sobre a eficiência das WNNs na resolução de problemas reais de engenharia para o vocabulário pedagógico.

O processo de desenvolvimento deste trabalho é ilustrado pelo fluxograma detalhado na Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma Metodológico do Processo de Estruturação da Proposta Didática



Fonte: Autoria Própria (2025).

Resultados e Discussão

A análise realizada foi focada em duas arquiteturas de Redes Neurais aplicadas à otimização fotovoltaica, respectivamente MLP e WNNs.

As WNNs, baseadas no conceito de n-tuple, são uma alternativa de menor custo computacional comparadas às RNAs tradicionais, trocando o ajuste complexo de pesos sinápticos pelo armazenamento de padrões em memória (CARNEIRO et al., 2019). No



INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E DIREITOS HUMANOS:
DESAFIOS ÉTICOS PARA O SÉCULO XXI

rastreamento solar, a arquitetura WQNN integra as WNNs com o RL, permitindo que o sistema aprenda a melhor política de rastreamento (mover para cima, mover para baixo ou manter) apenas pelo feedback do sistema, possibilitado pelo RL (a recompensa da irradiação capturada) (SUTTON; BARTO, 2018).

Os dados de entrada para o agente WQNN são compostos por variáveis ambientais e de estado (irradiação, ângulos solares e posição atual do painel). O RL, modelado como um MDP, permite que o agente aprenda a tomar a melhor ação a cada estado (SUTTON; BARTO, 2018), tornando o rastreador totalmente autônomo e adaptativo.

Especificamente, a arquitetura WQNN demonstrou um desempenho técnico notável, obtendo um incremento de 10% na irradiação capturada em relação aos rastreadores estáticos, uma vantagem crítica em condições ambientais desfavoráveis, como dias nublados (SOUZA, 2025). Este dado de engenharia confere peso e relevância ao estudo de caso proposto, transformando um conceito abstrato de IA em um benefício tangível e mensurável no campo da energia sustentável.

A fase final do trabalho utilizou-se do ID para mapear os achados técnicos da WQNN e do MLP em analogias didáticas. O ID consistiu em traduzir os conceitos de Engenharia (rastreador solar) para os conceitos de IA: o MPL representa a RN supervisionada (mapeamento), e o WQNN representa a RN por reforço (agente autônomo), formando uma progressão lógica para o aprendizado.

O benefício se estende diretamente à educação de jovens estudantes. A convergência do tema é crucial dado que o avanço exponencial do uso de IA no mercado de trabalho impõe a necessidade de jovens profissionais capacitados não apenas como usuários, mas como profissionais conscientes e éticos da tecnologia.

Conclusões

O estudo de caso da otimização de sistemas de rastreamento solar via redes neurais se estabeleceu como um veículo didático de alta relevância, cobrindo tanto o aprendizado supervisionado quanto o por reforço, subsequentemente, o caso da China, que incorpora o ensino de IA obrigatório em seu currículo, serve como um indicador da urgência global. Ao ligar a IA a um setor de futuro inevitável como, energia fotovoltaica projetada como a maior



fonte de capacidade instalada global até 2027. O produto educacional proposto prepara os estudantes para uma realidade onde a IA não é uma disciplina isolada, mas a ferramenta essencial para otimizar os sistemas do futuro. Promovendo uma formação alinhada com as demandas do mercado de trabalho e da sustentabilidade global.

Os resultados alcançados pela revisão validam a eficácia técnica dos modelos propostos e estabelecem uma robusta estrutura pedagógica para a introdução da IA no contexto da educação técnica e superior. A revisão bibliográfica comprova a eficácia das WNNs no controle adaptativo, destacando sua simplicidade conceitual (baseada em memória e n-tuple) e sua robustez no ambiente volátil. O produto educacional final, um plano de aula detalhado, constitui uma ferramenta de democratização da IA, convidando os jovens a transcenderem o papel de meros usuários, entendendo os princípios de algoritmos que moldam o futuro da tecnologia, em plena conformidade com os objetivos do Programa de Educação Tutorial.

Agradecimentos

Ao Programa de Educação Tutorial (PET), ao Ministério da Educação (MEC) pelo apoio financeiro e concessão de bolsas.

Referências

- EXAME. **Crianças terão aulas de IA em escolas da China, que busca avançar em disputa global.** 10 mar. 2025. Disponível em: <https://exame.com/mundo/criancas-terao-aulas-de-ia-em-escolas-da-china-que-busca-avancar-em-disputa-global/> . Acesso em: 8 out. 2025.
- ARANDA EDITORA. **Fonte solar vai ser a principal da matriz elétrica global em 2027.** 8 dez. 2022. Disponível em: <https://www.arandanet.com.br/revista/fotovolt/noticia/5738-Fonte-solar-vai-ser-a-principal-da-matriz-eletrica-global-em-2027.html> . Acesso em: 8 out. 2025.
- SOUZA, G. S. **Adaptive sun tracking algorithm using weightless neural networks for photovoltaic systems.** Dissertação de Mestrado, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2025.
- SUTTON, R. S.; BARTO, A. G. **Reinforcement Learning: An Introduction.** Cambridge, MA, USA, A Bradford Book, 2018.
- GASPERACCO, W. et al. Rede Neural Artificial Aplicada ao Rastreamento de Pontos de Máxima Potência de Painéis Fotovoltaicos com Sombreamento Parcial. In: **VIII Encontro Científico de Física Aplicada**, 2018.
- CARNEIRO, H. C. C.; PEDREIRA, C. E.; FRANÇA, F. M. G., et al. The Exact VC Dimension of the WiSARD n-Tuple Classifier. **Neural Computation**, v. 31, n. 1, p. 176-207, 2019.