

Educação Climática 4.0: Como Potencializar o Papel dos Professores com PLN e KG?

Marco Aurélio Schünke¹, Dante Augusto Couto Barone^{1,3},
Rodrigo de Cássio da Silva²

¹ Instituto de Informática – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
Caixa Postal 15.064 – 91.501-970 – Porto Alegre – RS – Brazil

² Departamento de Biologia Estrutural, Molecular, Genética e Educação Ambiental -
Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG)
Caixa Postal 6001 – 84.030-900 – Ponta Grossa – PR – Brazil

³ Computer Engineering Department, Engineering Faculty, Zonguldak Bülent Ecevit
University

marco.schunke@ufrgs.br, barone@inf.ufrgs.br, rocsilva@uepg.br

Abstract. *The Climate Education 4.0 proposal explores the use of Artificial Intelligence techniques, such as Natural Language Processing (NLP) and Knowledge Graphs (KG), to enhance teaching on mitigating the impacts of climate change. The research follows three phases: Systematic Review, Comparative Analysis, and Pedagogical Application. The study identifies education as a key element, highlighting NLP as a tool for personalized learning, enabling dynamic and responsive curricula. KGs are emphasized for their role in creating interactive educational materials and visualizing complex scenarios. The alignment of these technologies with education demonstrates the transformative potential of AI as a trend to prepare society for climate crises, strengthening the role of teachers in this process.*

Resumo. *A proposta de Educação Climática 4.0 explora o uso de técnicas de Inteligência Artificial, como Processamento de Linguagem Natural (PLN) e Grafos de Conhecimento (KG), para aprimorar o ensino sobre mitigação dos impactos das mudanças climáticas. A pesquisa segue três fases: Revisão Sistemática, Análise Comparativa e Aplicação Pedagógica. O estudo identifica a educação como elemento chave, destacando o PLN como ferramenta de personalização do aprendizado, possibilitando currículos dinâmicos e ágeis. Os KG são ressaltados por seu papel na criação de materiais didáticos interativos e na visualização de cenários complexos. O alinhamento dessas tecnologias com a educação evidencia o potencial transformador da IA como tendência para preparar a sociedade para crises climáticas, fortalecendo o papel dos professores nesse processo.*

1. Informações Gerais

Em 2024, o Rio Grande do Sul enfrentou uma das maiores enchentes de sua história, agravada pelo fenômeno El Niño. As chuvas intensas desde abril culminaram em inundações que afetaram mais de 1,5 milhão de pessoas. Porto Alegre registrou um recorde de 5,31 metros no nível do Lago Guaíba. O desastre deixou mortos, feridos, milhares de desabrigados e causou danos em 431 dos 497 municípios, incluindo estradas e serviços essenciais, conforme noticiado pelo (GAUCHAZH, 2024).

Os eventos climáticos extremos no Rio Grande do Sul destacam a urgência de uma gestão educacional eficaz sobre as mudanças climáticas. A Educação Climática 4.0 utiliza inovações tecnológicas, como Inteligência Artificial (IA), Processamento de Linguagem Natural (PLN) e Grafos de Conhecimento (KG), para aprimorar o aprendizado sobre a crise climática. Essas tecnologias permitem uma análise profunda das informações complexas e incentivam ações de mitigação. Assim, a Educação Climática 4.0 integra ensino moderno e práticas sustentáveis, preparando os alunos para enfrentar os desafios ambientais futuros.

2. Revisão de Literatura

A literatura recente explora como o PLN e os KG podem ser utilizados para abordar questões climáticas e educacionais. O estudo de Gil-Clavel, Filatova e Wagenblast (2023) demonstra que o PLN pode analisar grandes volumes de dados, revelando padrões e tendências que auxiliam na adaptação dos agricultores às mudanças climáticas. Quando aplicado à educação, o PLN e os KG podem ajudar os professores a desenvolver métodos pedagógicos mais eficazes sobre mudanças climáticas.

Outros estudos, como os de PAN e NISHANT (2023), mostram que a IA tem o potencial de melhorar práticas sustentáveis e deve ser integrada aos currículos. Nishant, Kennedy e Corbett (2021) e GALAZ et al. (2022) ressaltam a importância da IA para promover a resiliência climática e a preservação da biodiversidade, sugerindo que essas tecnologias podem ser incorporadas nas atividades educacionais.

KAACK et al. (2022) e DEBNATH et al. (2023) discutem a colaboração entre IA e inteligência humana para enfrentar desafios climáticos, e SILVESTRO et al. (2023) sugerem que a IA pode ser integrada em projetos educacionais para proteger a biodiversidade. COWLS et al. (2022) recomendam a inclusão da IA na educação climática para promover debates sobre o uso ético da tecnologia. ANDREW et al. (2024) propõem o uso de simulações com aprendizado por reforço para adaptar a agricultura às mudanças climáticas.

Esses estudos evidenciam como o PLN e os KG podem transformar a educação, melhorando a preparação para desastres climáticos e promovendo uma compreensão crítica das questões ambientais.

3. Metodologia

A metodologia envolve três fases: Revisão Sistemática, Análise Comparativa e Aplicação Pedagógica. A revisão sistemática organiza estudos por ano, tecnologias, objetivos, resultados e aplicações educacionais. Na análise comparativa, grafos de conhecimento em Python (networkx e matplotlib) identificam padrões e diferenças entre objetivos de pesquisa, conectando autores,

tecnologias e objetivos com nós coloridos (artigos em vermelho, tecnologias em verde, objetivos em azul). Essa visualização destaca inter-relações, como o uso da IA na educação e a relevância da ética em IA, além de revelar lacunas para novas abordagens (Figura 1).

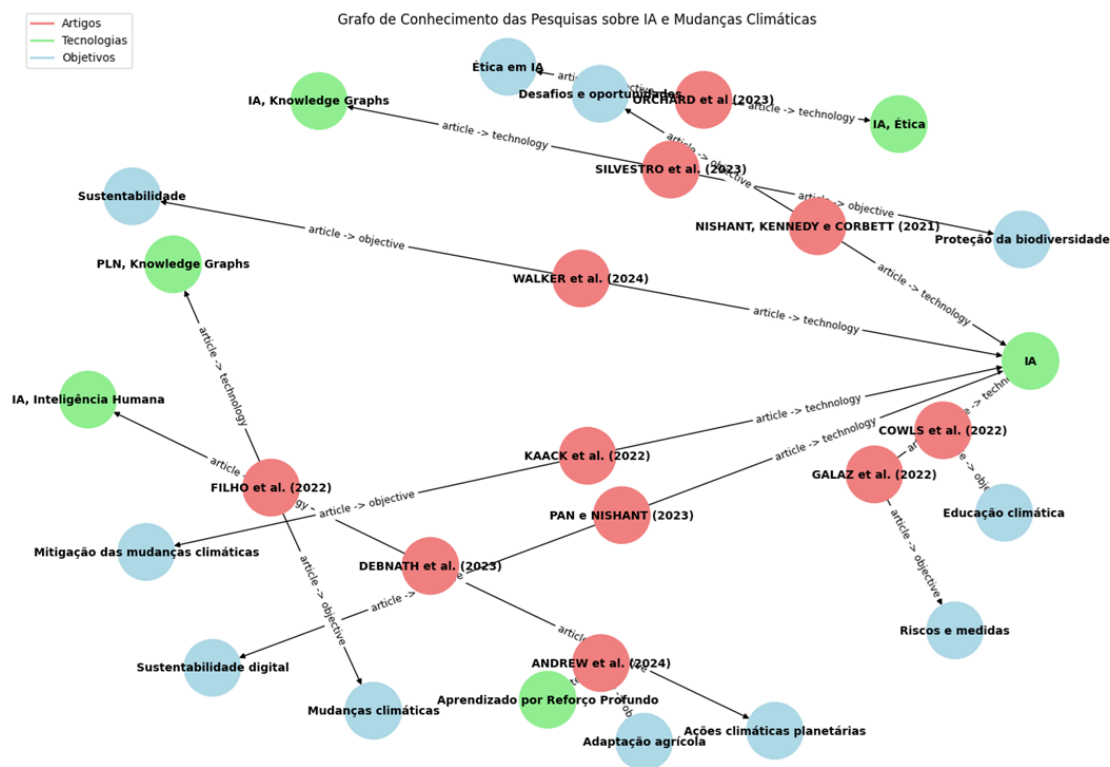


Figura 1 - Fase de Análise Comparativa

Os nós do grafo de conhecimento representam autores, tecnologias (como IA, Grafos de Conhecimento) e objetivos (mitigação climática ou sustentabilidade). As arestas conectam artigos às tecnologias e objetivos mencionados, destacando as inter-relações entre eles. A cor dos nós diferencia as categorias: artigos (vermelho), tecnologias (verde) e objetivos (azul), com legenda para facilitar a compreensão. O layout foi otimizado para uma visualização organizada, revelando padrões e lacunas que podem guiar novas propostas de pesquisa. Na fase de aplicação pedagógica, o objetivo é integrar PLN e KG ao ensino, alinhando-se às competências da BNCC. Com base na literatura, como Gil-Clavel et al. (2023), o PLN permite a análise de grandes volumes de dados climáticos, enquanto os KG favorecem a interpretação de cenários complexos. Essas tecnologias ajudam a desenvolver análise crítica e entendimento entre estudantes, preparando-os para enfrentar desafios climáticos.

4. Tendências Futuras e Recomendações

A Educação Climática 4.0 utiliza IA e sustentabilidade para formar cidadãos engajados e preparados para desafios ambientais. Suas principais tendências incluem: Análise de Dados e Currículo Personalizado: O PLN permite criar currículos dinâmicos e contextualizados, adaptados a emergências ambientais. Visualização com Grafos de Conhecimento: Os KG ajudam a interpretar cenários complexos e a desenvolver materiais interativos que estimulam o pensamento crítico. Integração de IA nos Currículos: Ferramentas de IA monitoram biodiversidade, simulam políticas de adaptação e analisam mudanças climáticas, conectando alunos a problemas reais.

Essa abordagem interdisciplinar integra Ética, Ciências e Matemática, personaliza o aprendizado e une teoria à prática, promovendo responsabilidade e inovação. Professores atuam como mediadores essenciais na transformação educacional.

5. Referências

GAUCHAZH. Eventos extremos estão sendo antecipados pela falta de combate às mudanças climáticas, diz pesquisadora. Disponível em: <https://gauchazh.clicrbs.com.br/ambiente/noticia/2024/05/tragedia-no-rio-grande-do-sul-foi-intensificada-por-mudancas-climaticas-confirma-estudo-clw10tnux00pl0152sbqcgnta.html>. Acesso em: 5 set. 2024.

GIL-CLAVEL, S.; WAGENBLAST, T.; FILATOVA, T. Farmers' Incremental and Transformational Climate Change Adaptation in Different Regions: A Natural Language Processing Comparative Literature Review. 2023.

PAN, S. L.; NISHANT, R. Artificial intelligence for digital sustainability: An insight into domain-specific research and future directions. *Journal of Artificial Intelligence*, Londres, v. 12, n. 3, p. 150–165, jun. 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S026840122300049X>. Acesso em: 10 ago. 2024.

NISHANT, R.; KENNEDY, M.; CORBETT, J. Artificial intelligence for sustainability: Challenges, opportunities, and a research agenda. *Journal of Artificial Intelligence Research*, Londres, v. 8, n. 2, p. 85–102, mar. 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0268401220300967?via%3Dihub>. Acesso em: 10 ago. 2024.

GALAZ, V. et al. Artificial intelligence, systemic risks, and sustainability. *Technological Forecasting and Social Change*, Amsterdã, v. 10, n. 5, p. 35–48, mai. 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160791X21002165>. Acesso em: 10 ago. 2024.

KAACK, L. H. et al. Aligning artificial intelligence with climate change mitigation. *Nature Climate Change*, Londres, v. 11, n. 7, p. 547–556, jul. 2022. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41558-022-01377-7>. Acesso em: 10 ago. 2024.

DEBNATH, R.; CREUTZIG, F.; SOVACOO, B. K.; SHUCKBURGH, E. Harnessing human and machine intelligence for planetary-level climate action. *Nature Reviews Earth & Environment*, Londres, v. 4, n. 4, p. 237–248, abr. 2023. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s44168-023-00056-3>. Acesso em: 10 ago. 2024.

SILVESTRO, D. et al. Improving biodiversity protection through artificial intelligence. *Nature Sustainability*, Londres, v. 6, n. 3, p. 123–133, mar. 2023. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41893-022-00851-6>. Acesso em: 10 ago. 2024.

COWLS, J.; TSAMADOS, A.; TADDEO, M.; FLORIDI, L. The AI gambit: leveraging artificial intelligence to combat climate change—opportunities, challenges, and recommendations. *AI & Society*, Berlim, v. 36, n. 2, p. 456–472, abr. 2022. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00146-021-01294-x>. Acesso em: 10 ago. 2024.

ANDREW, K.; ZIA, A.; RIZZO, D. Integrating Deep Reinforcement Learning into Agent-Based Models for Predicting Farmer Adaptation Under Policy and Environmental Variability. In: *Intelligent Systems Conference, 2024*, Cham. Cham: Springer Nature Switzerland, 2024. p. 221–238.