



FICHA DE UNIDADE CURRICULAR

Unidade Curricular

202499304 - Inteligência Artificial Aplicada à Eficiência do Edifício e da Cidade

Tipo

Optativa

Ano lectivo	Curso	Ciclo de estudos	Créditos
2024/25	Doutoramento Design Doutoramento Urbanismo Doutoramento Arquitetura	3º	10.00 ECTS

Idiomas	Periodicidade	Pré requisitos	Ano Curricular / Semestre
	semestral		

Área Disciplinar

Tecnologias da Arquitetura, Urbanismo e Design

Horas de contacto (semanais)

Teóricas	Práticas	Teórico práticas	Laboratoriais	Seminários	Tutoriais	Outras	Total
0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00

Total Horas da UC (Semestrais)

Total Horas de Contacto	Horas totais de Trabalho
28.00	75.00

Docente responsável (nome / carga lectiva semanal)

Nuno Dinis Costa Areias Cortiços

Outros Docentes (nome / carga lectiva semanal)

Luísa Maria da Conceição dos Reis Paulo	9.00 horas
Nuno Dinis Costa Areias Cortiços	10.00 horas
Carlos Filipe Chambel Duarte	9.00 horas

Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes)

- Compreender os princípios e metodologias da inteligência artificial no que diz respeito à

eficiência e resiliência de edifícios e espaços urbanos.

- Analisar o papel da IA na abordagem dos desafios enfrentados por cidades e edifícios, incluindo as alterações climáticas, pandemias e conflitos, através da análise preditiva e gestão de infraestruturas inteligentes.
- Explorar a integração de tecnologias de IA como aprendizagem automática, processamento de linguagem natural e robótica no desenvolvimento de estratégias urbanas e de edifícios resilientes.
- Desenvolver competências na conceção, implementação e gestão de soluções impulsionadas por IA para melhorar a resiliência e eficiência dos ambientes urbanos e edifícios.

Conteúdos Programáticos / Programa

- Introdução à inteligência artificial e sua importância na resiliência urbana e eficiência de edifícios. Compreensão dos fundamentos de aprendizagem automática, processamento de linguagem natural e robótica como tecnologias de IA fundamentais.
- O papel da IA na análise e previsão de desafios urbanos e de edifícios decorrentes das alterações climáticas, pandemias, guerras e outras crises. Utilização de análise preditiva para se preparar e responder a vários cenários de crise.
- Estruturas estratégicas e políticas para integrar a IA no planeamento urbano e no design de edifícios para mitigar potenciais ameaças à resiliência. Abordagens legislativas e regulamentares para incentivar a adoção de tecnologias de IA na construção e desenvolvimento urbano.
- Princípios de planeamento de emergência e gestão de riscos potenciados pela IA. Estratégias de evacuação e abrigo que aproveitam a IA para tomada de decisões em tempo real. A importância da comunicação eficaz e coordenação facilitada por sistemas de IA.
- Inovação em tecnologias de arquitetura e construção impulsionadas pela IA. Exploração do uso de IA na seleção de materiais e sistemas de construção que oferecem maior durabilidade, resistência a desastres e capacidades de recuperação pós-evento.
- Aplicação de tecnologias inteligentes na gestão de edifícios. Implementação de sistemas de IA para monitorizar condições ambientais, consumo de energia e segurança para garantir a resiliência e eficiência dos edifícios.
- O papel crítico da infraestrutura na resiliência urbana e a integração da IA no design e gestão de sistemas de transporte, água, energia, resíduos e telecomunicações resilientes. Desenvolvimento de cidades inteligentes através do planeamento de infraestruturas verdes e azuis.
- Métricas e indicadores para avaliar a resiliência urbana com foco no papel da IA na monitorização em tempo real e análise preditiva para minimizar os riscos de incêndio, inundação e outros desastres naturais através de estratégias de prevenção, deteção e resposta.
- Envolvimento das comunidades na construção de cidades resilientes com IA. Análise do impacto das crises nas economias locais e comunidades e exploração de estratégias de participação pública em medidas de resiliência impulsionadas por IA.

- A importância da educação e sensibilização pública na promoção da resiliência através da IA. Desenvolvimento de programas educativos e campanhas de sensibilização sobre tecnologias de IA, riscos e medidas de resiliência para fomentar uma cultura de preparação e inovação.

Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular

A unidade curricular sobre IA abrange uma compreensão abrangente de conceitos fundamentais, como aprendizagem automática, aprendizagem profunda, processamento de linguagem natural e visão computacional. Esta base capacita os alunos a compreender a aplicação da IA para melhorar a eficiência de edifícios e cidades, abrangendo áreas como gestão de energia, automação de edifícios, transporte e planeamento urbano. Além disso, são abordadas considerações éticas, focando na privacidade, segurança, equidade, responsabilidade e transparência dentro dos sistemas de IA. Ao integrar a experiência prática com ferramentas e tecnologias de IA, incluindo linguagens de programação e frameworks, os alunos adquirem competências práticas essenciais para desenvolver sistemas de IA responsáveis e confiáveis, com o objetivo de melhorar as operações de edifícios e cidades, ao mesmo tempo que melhoram a qualidade de vida dos residentes urbanos.

Metodologias de ensino (avaliação incluída)

A metodologia emprega um ensino e aprendizagem ativos centrados no aluno, desafiando os estudantes a resolver problemas do mundo real relacionados com a eficiência energética em edifícios e cidades. Através de atividades práticas, trabalho em grupo e estudos de caso, os alunos desenvolverão competências de resolução de problemas, pensamento crítico e trabalho em equipa, ao mesmo tempo que adquirem um sólido conhecimento sobre a aplicação da inteligência artificial na eficiência energética. Os alunos serão divididos em grupos e envolvidos em projetos reais que envolvem a aplicação de IA na eficiência energética de edifícios e cidades. Estes projetos serão desenvolvidos ao longo do semestre, apresentados e discutidos em aula, permitindo aos alunos partilhar as suas descobertas e aprender com os colegas. O currículo combinará palestras teóricas com atividades práticas, garantindo que os alunos compreendam os conceitos teóricos e os apliquem em situações reais. O modelo de ensino está alinhado com os princípios construtivistas e de aprendizagem baseada em problemas, focando em capacitar os alunos a construir o seu próprio conhecimento através da resolução de problemas e interação com o ambiente de aprendizagem. Elementos de aprendizagem colaborativa e baseada em projetos serão incorporados, incentivando os alunos a trabalhar em grupo e aplicar os seus conhecimentos em cenários do mundo real. Diversos recursos educativos, incluindo manuais, artigos académicos, vídeos, software de simulação e ferramentas de IA, serão utilizados, acessíveis através de uma plataforma virtual. A avaliação de desempenho será contínua, baseada numa variedade de atividades, garantindo transparência e equidade na avaliação. O currículo priorizará a acessibilidade e inclusão, fornecendo recursos adicionais e apoio para alunos com necessidades especiais. Permanecerá atualizado com as últimas tendências e desenvolvimentos em IA aplicada à eficiência de edifícios e cidades, com os professores mantendo-se informados sobre as últimas pesquisas e tecnologias. Parcerias com indústrias e instituições relevantes proporcionarão aos alunos oportunidades de estágio e trabalho em projetos, mantendo o currículo relevante e atualizado com as necessidades e desafios do mercado.

Avaliação assente em processo contínuo cujo peso assenta nos seguintes critérios:

- Participação do aluno em sala de aula (20%);
- Classificação obtida pelo aluno no exercício prático (70%). Inclui a recolha e tratamento da informação, profundidade dos conteúdos expostos e capacidade de explanação dos mesmos para uma audiência.

Nota:

- O número de faltas não pode exceder 20% das aulas lecionadas. Se for excedido, o aluno é excluído do regime de avaliação contínua.
- Em caso de avaliação sob a forma de exame, esta assume 100% da classificação final do aluno.

Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular

As metodologias de ensino propostas, como palestras, análise de estudos de caso e discussão de estratégias de resolução de cenários hipotéticos, alinham-se de perto com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular. Da mesma forma, o sistema de avaliação contínua proposto, que inclui a presença, envolvimento ativo, participação em debates e críticas, bem como o desenvolvimento contínuo e apoiado de um exercício em grupo, foi concebido para avaliar o alcance dos objetivos de aprendizagem. Isso garante que os alunos adquiram as competências necessárias para compreender, analisar e advogar por soluções destinadas a melhorar a resiliência de edifícios e cidades.

Bibliografia Principal

- Ceylan, C. (2020). Artificial intelligence in architecture: An educational perspective. SciTePress.
- Basarir, L. (2022). Modelling AI in architectural education. *Gazi University Journal of Science*, 35, 1260-1278.
- Ceccon, L., & Villa, D. (2021). AI-BIM interdisciplinary spillovers: Prospected interplay of AI and BIM development paradigms. In *From Building Information Modelling to Mixed Reality* (pp. 195-217). Springer.
- Longo, L. (2020). Empowering qualitative research methods in education with artificial intelligence. *Conference Papers*, 1068, 1-21.
- Huang, W., & Zheng, H. (2018). Architectural drawings recognition and generation through machine learning. In *Recalibration on Imprecision and Infidelity, Proceedings of the 38th Annual Conference of the Association for Computer Aided Design in Architecture, ACADIA 2018* (pp. 156-165).
- Salama, A. M. (2015). *Spatial design education: New directions for pedagogy in architecture and beyond*. Routledge.
- Salama, A. M. (2019). *Transformative pedagogy in architecture and urbanism*. Routledge.
- Tamke, M., Nicholas, P., & Zwierzycki, M. (2018). Machine learning for architectural design: Practices and infrastructure. *International Journal of Architectural Computing*, 16(2), 123-143.
- Zhang, Z., Fort, J. M., & Giménez Mateu, L. (2023). Exploring the potential of artificial intelligence as a tool for architectural design: A perception study using Gaudí's works. *Buildings*, 13(7), 1863.
- Mustoe, J. E. (1990). *Artificial intelligence and its application in architectural design* (Doctoral dissertation, University of Strathclyde).

Bibliografia Complementar

Donovan, A. (n.d.). 5 Ways Artificial Intelligence is Changing Architecture. Interesting Engineering.

Del Campo, M., Carlson, A., & Manninger, S. (2020). Towards Hallucinating Machines - Designing with Computational Vision. *International Journal of Architectural Computing*.

Cudzik, J., & Radziszewski, K. (2018). Artificial Intelligence Aided Architectural Design. *AI for Design and the Built Environment*, 1, 77-84.

Tamke, M., Nicholas, P., & Zwierzycki, M. (2018). Machine learning for architectural design: Practices and infrastructure. *International Journal of Architectural Computing*, 16(2), 123-143.

Zhang, Z., Fort, J. M., & Giménez Mateu, L. (2023). Exploring the potential of artificial intelligence as a tool for architectural design: A perception study using Gaudí's works. *Buildings*, 13(7), 1863.



CURRICULAR UNIT FORM

Curricular Unit Name

202499304 - Artificial Intelligence Applied to Building and City Efficiency

Type

Elective

Academic year

2024/25

Degree

Phd Design
Phd Urbanism
Phd Architecture

Cycle of studies

3

Unit credits

10.00 ECTS

Lecture language

Periodicity semester

Prerequisites

Year of study/ Semester

Scientific area

Technologies of Architecture, Urbanism and Design

Contact hours (weekly)

Tehoretical	Practical	Theoretical-practicals	Laboratory	Seminars	Tutorial	Other	Total
0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00

Total CU hours (semester)

Total Contact Hours
28.00

Total workload
75.00

Responsible teacher (name /weekly teaching load)

Nuno Dinis Costa Areias Cortiços

Other teaching staff (name /weekly teaching load)

Luísa Maria da Conceição dos Reis Paulo 9.00 horas
Nuno Dinis Costa Areias Cortiços 10.00 horas
Carlos Filipe Chambel Duarte 9.00 horas

Learning objectives (knowledge, skills and competences to be developed by students)

- Understand the principles and methodologies of artificial intelligence as they apply to the efficiency and resilience of buildings and urban spaces.

- Analyze the role of AI in addressing the challenges faced by cities and buildings, including climate change, pandemics, and conflicts, through predictive analytics and smart infrastructure management.
- Explore the integration of AI technologies such as machine learning, natural language processing, and robotics in developing resilient urban and building strategies.
- Develop skills in designing, implementing, and managing AI-driven solutions to enhance the resilience and efficiency of urban environments and buildings.

Syllabus

- Introduction to artificial intelligence and its significance in urban resilience and building efficiency. Understanding the basics of machine learning, natural language processing, and robotics as foundational AI technologies.
- The role of AI in analyzing and predicting urban and building challenges arising from climate change, pandemics, wars, and other crises. Utilizing predictive analytics to prepare for and respond to various crisis scenarios.
- Strategic and policy frameworks for integrating AI in urban planning and building design to mitigate potential threats to resilience. Legislative and regulatory approaches to encourage the adoption of AI technologies in building and urban development.
- Emergency planning and risk management principles powered by AI. Strategies for evacuation and shelter that leverage AI for real-time decision-making. The importance of effective communication and coordination facilitated by AI systems.
- Innovation in architecture and construction technologies driven by AI. Exploring the use of AI in selecting materials and construction systems that offer greater durability, disaster resistance, and post-event recovery capabilities.
- The application of smart technologies in building management. Implementing AI systems to monitor environmental conditions, energy consumption, and security to ensure the resilience and efficiency of buildings.
- The critical role of infrastructure in urban resilience and the integration of AI in designing and managing resilient transportation, water, energy, waste, and telecommunications systems. The development of smart cities through green and blue infrastructure planning.
- Metrics and indicators for assessing urban resilience with a focus on the role of AI in real-time monitoring and predictive analysis to minimize risks of fire, flood, and other natural disasters through prevention, detection, and response strategies.
- The involvement of communities in building resilient cities with AI. Analyzing the impact of crises on local economies and communities and exploring public participation strategies in AI-driven resilience measures.
- The importance of education and public awareness in promoting resilience through AI. Developing educational programs and awareness campaigns on AI technologies, risks, and resilience measures to foster a culture of preparedness and innovation.

Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives

The curricular unit on AI encompasses a comprehensive understanding of fundamental concepts, such as machine learning, deep learning, natural language processing, and computer vision. This foundation equips students to grasp the application of AI to enhance building and city efficiency,

covering areas like energy management, building automation, transportation, and urban planning. Additionally, ethical considerations are addressed, focusing on privacy, security, fairness, accountability, and transparency within AI systems. By integrating hands-on experience with AI tools and technologies, including programming languages and frameworks, students gain practical skills essential for developing responsible and trustworthy AI systems aimed at improving building and city operations while enhancing the quality of life for urban residents.

Teaching methodologies (including evaluation)

The methodology employs active teaching and learning that is student-centered, where students will be challenged to solve real-world problems related to energy efficiency in buildings and cities. Through practical activities, group work, and case studies, students will develop problem-solving skills, critical thinking, and teamwork competencies, alongside acquiring solid knowledge about the application of artificial intelligence in energy efficiency. Students will be divided into groups and engage in real projects involving the application of AI in building and city energy efficiency. These projects will be developed throughout the semester, presented, and discussed in class, allowing students to share their findings and learn from peers. The curriculum will blend theoretical lectures with practical activities, ensuring students understand theoretical concepts and apply them in real situations. The teaching model aligns with constructivist and problem-based learning principles, focusing on enabling students to construct their own knowledge through problem-solving and interaction with the learning environment. Collaborative learning and project-based learning elements will be incorporated, encouraging students to work in groups and apply their knowledge in real-world scenarios. Various educational resources, including textbooks, academic articles, videos, simulation software, and AI tools, will be utilized, accessible through a virtual platform. Performance assessment will be continuous, based on a variety of activities, ensuring transparency and fairness in evaluation. The curriculum will prioritize accessibility and inclusion, providing additional resources and support for students with special needs. It will also remain up-to-date with the latest trends and developments in AI applied to building and city efficiency, with teachers staying informed about the latest research and technologies. Partnerships with relevant industries and institutions will provide students with internship and project work opportunities, while also keeping the curriculum relevant and updated with market needs and challenges.

Evaluation is based on a continuous process with weights assigned according to the following criteria:

- Student participation in class (20%);
- The grade obtained by the student in the practical exercise (70%). This includes the collection and processing of information, the depth of the content presented, and the ability to explain it to an audience.

Note:

- The number of absences may not exceed 20% of the lessons taught. If this limit is exceeded, the student will be excluded from the continuous evaluation system.

- In the event of a single exam event, it will account for 100% of the student's final mark.

Demonstration of the coherence between the Teaching methodologies and the learning outcomes

The proposed teaching methodologies, such as lectures, case study analysis, and discussion of hypothetical scenario resolution strategies, align closely with the learning objectives of the curriculum unit. Similarly, the proposed continuous assessment system, which includes attendance, active engagement, participation in debates and critiques, as well as the ongoing and supported development of a group exercise, have been designed to gauge the achievement of learning objectives. This ensures that students acquire the necessary skills to comprehend, analyze, and advocate for solutions aimed at enhancing the resilience of buildings and cities.

Main Bibliography

- Ceylan, C. (2020). Artificial intelligence in architecture: An educational perspective. SciTePress.
- Basarir, L. (2022). Modelling AI in architectural education. *Gazi University Journal of Science*, 35, 1260-1278.
- Ceccon, L., & Villa, D. (2021). AI-BIM interdisciplinary spillovers: Prospected interplay of AI and BIM development paradigms. In *From Building Information Modelling to Mixed Reality* (pp. 195-217). Springer.
- Longo, L. (2020). Empowering qualitative research methods in education with artificial intelligence. *Conference Papers*, 1068, 1-21.
- Huang, W., & Zheng, H. (2018). Architectural drawings recognition and generation through machine learning. In *Recalibration on Imprecision and Infidelity, Proceedings of the 38th Annual Conference of the Association for Computer Aided Design in Architecture, ACADIA 2018* (pp. 156-165).
- Salama, A. M. (2015). *Spatial design education: New directions for pedagogy in architecture and beyond*. Routledge.
- Salama, A. M. (2019). *Transformative pedagogy in architecture and urbanism*. Routledge.
- Tamke, M., Nicholas, P., & Zwierzycki, M. (2018). Machine learning for architectural design: Practices and infrastructure. *International Journal of Architectural Computing*, 16(2), 123-143.
- Zhang, Z., Fort, J. M., & Giménez Mateu, L. (2023). Exploring the potential of artificial intelligence as a tool for architectural design: A perception study using Gaudí's works. *Buildings*, 13(7), 1863.
- Mustoe, J. E. (1990). *Artificial intelligence and its application in architectural design* (Doctoral dissertation, University of Strathclyde).

Additional Bibliography

- Donovan, A. (n.d.). 5 Ways Artificial Intelligence is Changing Architecture. *Interesting Engineering*.
- Del Campo, M., Carlson, A., & Manninger, S. (2020). Towards Hallucinating Machines - Designing with Computational Vision. *International Journal of Architectural Computing*.
- Cudzik, J., & Radziszewski, K. (2018). Artificial Intelligence Aided Architectural Design. *AI for Design and the Built Environment*, 1, 77-84.
- Tamke, M., Nicholas, P., & Zwierzycki, M. (2018). Machine learning for architectural design: Practices and infrastructure. *International Journal of Architectural Computing*, 16(2), 123-143.
- Zhang, Z., Fort, J. M., & Giménez Mateu, L. (2023). Exploring the potential of artificial intelligence as a tool for architectural design: A perception study using Gaudí's works. *Buildings*, 13(7), 1863.

