



FICHA DE UNIDADE CURRICULAR

Unidade Curricular

202312019 - Modelação Geométrica e Generativa

Tipo

Obrigatória

Ano lectivo

2024/25

Curso

MI Arquitetura

Ciclo de estudos

1º

Créditos

3.00 ECTS

Idiomas

Português ,Inglês

Periodicidade

semestral

Pré requisitos

Ano Curricular / Semestre

2º / 2º

Área Disciplinar

Desenho, Geometria e Computação

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
28.00

Horas totais de Trabalho
75.00

Docente responsável (nome / carga lectiva semanal)

Pedro Miguel Gomes Januário

Outros Docentes (nome / carga lectiva semanal)

José Vitor de Almeida Florentino Correia 2.00 horas
Eduardo Francisco Durão Antunes 12.00 horas

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

1. Abordar a **geometria como fator de otimização** da relação entre as propriedades dos materiais, as configurações dos sistemas construtivos e as representações técnicas em arquitetura.

2. Definir **critérios de classificação** das estruturas geométricas (linhas, superfícies, sólidos).
3. Estudar as **estruturas geométricas** em função dos parâmetros que permitem a sua definição e manipulação.
4. Estudar vários **grupos de transformações geométricas**, compreendendo os invariantes de cada um.
5. Realizar uma **abordagem algorítmica** a problemas específicos de índole projetual.
6. Representar em **BIM** elementos construtivos e geometrias complexas em arquitetura.

Conteúdos Programáticos / Programa

Conteúdos Programáticos

1. **Arquitetura e morfogénese**

(Novos paradigmas da arquitetura e do urbanismo; A geometria como escala operatória da estruturação das formas e dos espaços; a integração entre geometria, materiais e desempenho; o corte e assemblagem de materiais e componentes construtivos)

2. **Estruturas geométricas**

- Definições, critérios de classificação, sistematização e aplicações técnico-funcionais na arquitetura e no urbanismo
- Representação computacional das superfícies geométricas através dos seus elementos de definição (poliedros, superfícies regradas planificáveis, superfícies regradas empenadas, superfícies de revolução, superfícies não regradas, superfícies NURBS)
- Transformações geométricas (intersecções múltiplas e concordâncias múltiplas, transformações euclidianas, transformações de escala, transformações afins e projetivas, transformações topológicas)

3. **Modelação paramétrica** e noção de sistema formal

(Programação visual: interface Grasshopper para Rhinoceros; expressões simbólicas, estruturas de controlo, funções cíclicas, estruturas de dados)

4. **Modelação BIM** e noções de escala, elementos construtivos e representação 2D/3D de objetos arquitetónicos

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

Considerando que a unidade curricular *Modelação Geométrica e Generativa* poderá constituir, para uma parte significativa dos alunos que ingressam na Faculdade de Arquitetura, o primeiro contacto com estas áreas disciplinares, entendeu-se que esta deve proporcionar um conjunto de bases que permitam uma aprendizagem sólida, estruturada e coerente de conceitos e de práticas, em estreita ligação com o universo do design nas suas diversas dimensões.

A demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos da unidade

curricular pode entender-se de forma bastante linear, fazendo corresponder a cada objetivo a adquirir uma ou mais secções dos conteúdos programáticos, como a seguir se expõe:

- **Objetivo 1 - Secção 1 do programa**
- **Objetivo 2 - Secção 3 do programa**
- **Objetivo 3 - Secção 3 do programa**
- **Objetivo 4 - Secções 1 e 3 do programa**
- **Objetivo 5 - Secções 3 e 4 do programa**
- **Objetivo 6 - Secções 3 e 4 do programa**

Instrumentais:

Competência em análise e síntese; competência em organização e planificação; conhecimentos de informática no âmbito do estudo; competência em gestão da informação; competência para resolver problemas; capacidade de decisão.

Pessoais:

Competência em trabalho de grupo; competência em raciocínio crítico; compromisso ético.

Sistémicas:

Adaptabilidade a novas situações; criatividade; preocupação com a qualidade; competência em aplicar na prática os conhecimentos teóricos; competência em autocritica e autoavaliação; competência em investigação.

Metodologias de ensino (avaliação incluída)

A submissão dos trabalhos será sempre no primeiro domingo de cada mês, via e-mail, exceto a submissão final.

A avaliação terá por base o somatório ponderado dos exercícios elaborados ao longo do semestre, em função:

- da sua complexidade
- do acompanhamento e do desenvolvimento dos exercícios
- da qualidade arquitetónica das soluções propostas
- da qualidade da representação técnica da arquitetura proposta
- da capacidade discursiva acerca dos exercícios e matérias dadas (verificada através da apresentação de um relatório)
- da assiduidade dos alunos (é recomendada uma assiduidade superior a 85%)

Os alunos com assiduidade inferior a 85% ou com avaliação contínua inferior a 7,00 valores serão automaticamente excluídos do exame de 1ª Chamada.

O exame de 1ª Chamada consistirá na (re)apresentação e melhoria dos exercícios desenvolvidos durante o semestre. O exame de 2ª Chamada consistirá na resolução de um exercício específico para o efeito.

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

Veicula-se, desde o início, através de uma abordagem teórico-prática, o papel geral da morfogénese digital e do BIM como paradigmas da modelação em arquitetura, tirando partido do potencial da representação computacional enquanto suporte da estruturação espaço-formal (objetivos 1 e 5).

Os conteúdos programáticos apresentados organizam, de forma lógica, um conjunto de temas a que não corresponde forçosamente uma sequência cronológica no seu ensino. Começa-se por definir critérios de geração das estruturas, operações e transformações geométricas, numa lógica de entendimento dos princípios generativos (objetivos 2, 3 e 4).

Estes conteúdos são aprofundados e postos em prática progressivamente, à medida que o aluno desenvolve a sua proficiência na modelação geométrica, o que implica, do ponto de vista da implementação pedagógica do programa, um aprofundamento progressivo, que se traduz no incremento da complexidade dos exercícios propostos (objetivos 5 e 6).

Nas abordagens de síntese (secções 5 e 6 dos conteúdos programáticos), será solicitado aos alunos que desenvolvam as suas estratégias de conceção e representação, articulando as demais matérias lecionadas, em particular com a unidade curricular Projetual. Ao mesmo tempo, promove-se a interdisciplinaridade e demonstra-se a aplicabilidade prática dos conteúdos abordados no âmbito da conceção em arquitetura (objetivos 1 a 6).

Bibliografia Principal

- Ascenzi, F. Izquierdo (2000). *Geometria Descriptiva Superior y Aplicada*. Madrid: Editorial Paraninfo.
- Ceccato, C. (2010). "The Master-Builder-Geometer". In *Advances in Architectural Geometry*. SpringerWienNewYork, pp. 9–14.
- Ghyka, M. C. (1978). *El número de oro* (3.ª ed.). Barcelona: Poseidón.
- Ghyka, M. C. (1983). *Estética de las proporciones en la naturaleza y en las artes* (3.ª ed.). Barcelona: Poseidón.
- Issa, R. (2010). *Essential Mathematics for Computational Design* (2.ª ed.). Robert McNeel & Associates. (*Disponível online*)
- Payne, A.; Issa, R. (2009). *The Grasshopper Primer* (2.ª ed.). Robert McNeel & Associates. (*Disponível online*)
- Pottmann, H.; Asperl, A.; Hofer, M.; Kilian, A. (2007). *Architectural Geometry*. Bentley Institute Press.
- Tedeschi, A. (2011). *Parametric Architecture with Grasshopper*. Villa d'Agri: Edizioni Le Pensur. (*Disponível online*)
- Terzidis, K. (2006). *Algorithmic Architecture*. Oxford: Architectural Press.
- Peters, T. (2013). *Computational Design Thinking: Computation Design Thinking*. Wiley.
- Jabí, W. (2013). *Parametric Design for Architecture*. London: Laurence King Publishing.
- Burry, M. (2011). *Scripting Cultures: Architectural Design and Programming*. Wiley.

Bibliografia Complementar

- Bahamón, A.; Pérez, P. (2008). *Analogias entre o mundo animal e a Arquitetura contemporânea*. Dinalivro.
- Broug, E. (2008). *Islamic Geometric Patterns*. London: Thames & Hudson.
- Mitchell, W.; McCullough, M. (1995). *Digital Design Media* (2.^a ed.). New York: Van Nostrand Reinhold. (*Disponível online*)
- Palacios, J. C. (2003). *Trazas y Cortes de Cantería en el Renacimiento Español*. Madrid: Munillalera.
- Hensel, M.; Menges, A.; Weinstock, M. (2010). *Emergent Technologies and Design: Towards a Biological Paradigm for Architecture*. Routledge.
- Oxman, R.; Oxman, R. (eds.) (2014). *Theories of the Digital in Architecture*. Routledge.
- Lynn, G. (1999). *Animate Form*. New York: Princeton Architectural Press.
- Schumacher, P. (2009). *The Autopoiesis of Architecture, Vol. 1: A New Framework for Architecture*. Wiley.
- Leach, N.; Turnbull, D.; Williams, C. (eds.) (2004). *Digital Tectonics*. Wiley-Academy.
- Frazer, J. (1995). *An Evolutionary Architecture*. London: Architectural Association.



CURRICULAR UNIT FORM

Curricular Unit Name

202312019 - Geometric and Generative Modelling

Type

Compulsory

Academic year

2024/25

Degree

IM Architecture

Cycle of studies

1

Unit credits

3.00 ECTS

Lecture language

Portuguese ,English

Periodicity

semester

Prerequisites

Year of study/ Semester

2 / 2

Scientific area

Drawing, Geometry and Computation

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)

Pedro Miguel Gomes Januário

Other teaching staff (name /weekly teaching load)

José Vitor de Almeida Florentino Correia 2.00 horas
Eduardo Francisco Durão Antunes 12.00 horas

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

- 1 To approach geometry as a means of optimising the relationship between material properties, construction system configurations, and technical representations in architecture.
- 2 To define **classification criteria** for geometric structures (lines, surfaces, solids).
- 3 To study **geometric structures** according to the parameters that allow their definition and manipulation.

- 4To investigate **various groups of geometric transformations**, understanding the invariants associated with each.
- 5To develop an **algorithmic approach** to specific design-related problems.
- 6To represent constructive elements and complex geometries in architecture using **BIM tools**.

Syllabus

- **1 Architecture and Morphogenesis?**(New paradigms in architecture and urbanism; geometry as an operational scale for structuring forms and spaces; the integration of geometry, materials and performance; the cutting and assembling of materials and construction components)

2 Geometric Structures

?Definitions, classification criteria, systematisation and technical-functional applications in architecture and urbanism

?Computational representation of geometric surfaces through their defining elements (polyhedra, developable ruled surfaces, warped ruled surfaces, surfaces of revolution, non-ruled surfaces, NURBS surfaces)

?Geometric transformations (multiple intersections and joinings, Euclidean transformations, scaling transformations, affine and projective transformations, topological transformations)

3Parametric Modelling and the Concept of Formal Systems?(Visual programming: the Grasshopper interface for Rhinoceros; symbolic expressions, control structures, cyclic functions, data structures)

4BIM Modelling and Notions of Scale, Constructive Elements and 2D/3D Representation of Architectural Objects

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

As the Geometric and Generative Modelling unit may represent, for many students entering the Faculty of Architecture, a first contact with these disciplinary areas, it is conceived to offer a solid, structured and coherent foundation in both concepts and practices, in close relation to the broader field of design.

The coherence between the syllabus content and the learning objectives may be clearly outlined, as follows:

- Objective 1 – Section 1 of the programme
- Objective 2 – Section 3 of the programme
- Objective 3 – Section 3 of the programme
- Objective 4 – Sections 1 and 3 of the programme
- Objective 5 – Sections 3 and 4 of the programme
- Objective 6 – Sections 3 and 4 of the programme

Instrumental:?Ability in analysis and synthesis; skills in organisation and planning; IT literacy in the relevant domain; information management; problem-solving; decision-making.

Personal:?Teamwork skills; critical thinking; ethical commitment.

Systemic:?Adaptability to new situations; creativity; quality awareness; ability to apply theoretical knowledge in practice; self-assessment and self-criticism; research competence.

Teaching methodologies (including evaluation)

Work must be submitted via email on the first Sunday of each month, except for the final submission.

Assessment will be based on the weighted sum of exercises developed throughout the semester, considering:

- the level of complexity
- progress and development throughout the semester
- architectural quality of the proposed solutions
- quality of the technical representation of the architectural proposals
- the student's ability to discuss and contextualise the work and content (assessed through a written report)
- student attendance (attendance above 85% is recommended)

Students with attendance below 85% or with continuous assessment marks below 7.00 will be automatically excluded from the 1st Call Examination.

The 1st Call Examination will consist of the (re)presentation and improvement of exercises developed during the semester.?The 2nd Call Examination will consist of solving a specific exercise designed for that purpose.

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

From the outset, the unit adopts a theory-practice approach, addressing the role of digital morphogenesis and BIM as modelling paradigms in architecture, leveraging the potential of computational representation as a support for spatial-formal structuring (objectives 1 and 5).

The syllabus is logically organised, though not necessarily sequential in teaching. It begins with criteria for the generation of structures, operations and geometric transformations, establishing a conceptual framework for understanding generative principles (objectives 2, 3 and 4).

These contents are gradually deepened and applied in practice, as students develop proficiency in geometric modelling. This progressive development corresponds to an increase in the complexity of proposed exercises (objectives 5 and 6).

In the synthesis phases (sections 5 and 6 of the syllabus), students will be required to develop their own strategies for design and representation, integrating other subjects taught in parallel, especially with the Design Studio unit. At the same time, the course promotes interdisciplinarity and demonstrates the practical application of its contents in architectural design (objectives 1 to 6).

Main Bibliography

- Ascenzi, F. Izquierdo (2000). *Geometria Descriptiva Superior y Aplicada*. Madrid: Editorial Paraninfo.
- Ceccato, C. (2010). "The Master-BUILDER-Geometer". In *Advances in Architectural Geometry*. SpringerWienNewYork, pp. 9-14.
- Ghyka, M. C. (1978). *El número de oro* (3.ª ed.). Barcelona: Poseidón.
- Ghyka, M. C. (1983). *Estética de las proporciones en la naturaleza y en las artes* (3.ª ed.). Barcelona: Poseidón.
- Issa, R. (2010). *Essential Mathematics for Computational Design* (2.ª ed.). Robert McNeel & Associates. (*Disponível online*)
- Payne, A.; Issa, R. (2009). *The Grasshopper Primer* (2.ª ed.). Robert McNeel & Associates. (*Disponível online*)
- Pottmann, H.; Asperl, A.; Hofer, M.; Kilian, A. (2007). *Architectural Geometry*. Bentley Institute Press.
- Tedeschi, A. (2011). *Parametric Architecture with Grasshopper*. Villa d'Agri: Edizioni Le Penseur. (*Disponível online*)
- Terzidis, K. (2006). *Algorithmic Architecture*. Oxford: Architectural Press.
- Peters, T. (2013). *Computational Design Thinking: Computation Design Thinking*. Wiley.
- Jabi, W. (2013). *Parametric Design for Architecture*. London: Laurence King Publishing.
- Burry, M. (2011). *Scripting Cultures: Architectural Design and Programming*. Wiley.

Additional Bibliography

- Bahamón, A.; Pérez, P. (2008). *Analogias entre o mundo animal e a Arquitetura contemporânea*. Dinalivro.
- Broug, E. (2008). *Islamic Geometric Patterns*. London: Thames & Hudson.
- Mitchell, W.; McCullough, M. (1995). *Digital Design Media* (2.ª ed.). New York: Van Nostrand Reinhold. (*Disponível online*)
- Palacios, J. C. (2003). *Trazas y Cortes de Cantería en el Renacimiento Español*. Madrid: Munillalería.
- Hensel, M.; Menges, A.; Weinstock, M. (2010). *Emergent Technologies and Design: Towards a Biological Paradigm for Architecture*. Routledge.
- Oxman, R.; Oxman, R. (eds.) (2014). *Theories of the Digital in Architecture*. Routledge.
- Lynn, G. (1999). *Animate Form*. New York: Princeton Architectural Press.
- Schumacher, P. (2009). *The Autopoiesis of Architecture, Vol. 1: A New Framework for Architecture*. Wiley.
- Leach, N.; Turnbull, D.; Williams, C. (eds.) (2004). *Digital Tectonics*. Wiley-Academy.
- Frazer, J. (1995). *An Evolutionary Architecture*. London: Architectural Association.

