



FICHA DE UNIDADE CURRICULAR

Unidade Curricular

202312019 - Modelação Geométrica e Generativa

Tipo

Obrigatória

Ano lectivo

2025/26

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)

Luís Miguel Cotrim Mateus

Outros Docentes (nome / carga lectiva semanal)

José Vitor de Almeida Florentino Correia	2.00 horas
Luís Miguel Cotrim Mateus	2.00 horas
Nuno Miguel Alão Soares Gomes	6.00 horas
Eduardo Francisco Durão Antunes	10.00 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. Desenvolver a noção de **modelação paramétrica** e estabelecer conexões com a noção de BIM a desenvolver no futuro.

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, estruturas de dados)

4. **Aplicações** (Modelação de terrenos; Estereotomia; Modelação de estruturas espaciais modulares; Modelação de formas orgânicas; Modelação de formas arquitetónicas complexas)

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

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**

Capacidades 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.

Capacidades Pessoais:

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

Capacidades 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 metodologia de ensino assenta num conjunto de exposições teóricas introdutórias acerca dos conteúdos programáticos seguidas de exercícios/problemas práticos. A componente prática pressupõe três estágios de aquisição e demonstração de aprendizagens. Numa primeira fase os alunos deverão ser capazes de replicar as exemplificações do docente; numa segunda fase deverão ser capazes de ser autónomos na aplicação a contextos similares aos desenvolvidos em aula; na fase final espera-se que os alunos sejam capazes de transferir os conhecimentos para situações novas. O desenvolvimento prático deverá ser parcialmente realizado em aula para que os docentes possam fazer um registo do progresso das práticas.

A avaliação contínua incidirá sobre a ponderação dos exercícios/problemas lançados durante o semestre, sem prejuízo do docente poder incluir outras formas de avaliação, que devem ser decaradas na primeira aula do semestre. Os parâmetros da avaliação assentam no acompanhamento do desenvolvimento dos trabalhos práticos por parte do docente (comprovado através da assiduidade dos alunos), na complexidade e nível de desenvolvimento dos trabalhos, na correção dos métodos empregues, na capacidade discursiva acerca dos trabalhos realizados (verificada através de relatório/portfolio).

Os modos de submissão dos trabalhos desenvolvidos serão definidos por cada docente e comunicados na primeira aula do semestre.

Os alunos que não sejam aprovados em avaliação contínua deverão inscrever-se em exame nos termos do Regulamento de Avaliações atualmente em vigor. O exame consiste na resolução de um exercício/problema 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 da geometria como paradigmas da conceção 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 (secção 4 dos conteúdos programáticos), será solicitado aos alunos que desenvolvam as suas estratégias de conceção e representação, articulando as demais matérias lecionadas, porventura em articulação 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.
- Jabl, 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

2025/26

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)

Luís Miguel Cotrim Mateus

Other teaching staff (name /weekly teaching load)

José Vitor de Almeida Florentino Correia	2.00 horas
Luís Miguel Cotrim Mateus	2.00 horas
Nuno Miguel Alão Soares Gomes	6.00 horas
Eduardo Francisco Durão Antunes	10.00 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.
4. To investigate **various groups of geometric transformations**, understanding the invariants associated with each.
5. To develop an **algorithmic approach** to specific design-related problems.
6. To develop the notion of **parametric modeling** and establish connections with the notion of BIM to develop in the future.

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)

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

4. **Applications** (Terrain modeling; stereotomy; Modeling of modular spatial structures; Modeling of organic shapes; Modeling of complex architectural shapes)

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

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

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

Systemic abilities: 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)

The teaching methodology is based on a set of introductory theoretical presentations on the syllabus content followed by practical exercises/problems. The practical component presupposes three stages of acquisition and demonstration of learning. In the first stage students should be able to replicate the teacher's examples; in the second stage they should be able to work autonomously in applying these to contexts similar to those developed in class; in the final stage students are expected to transfer the knowledge to new situations. Practical work should be carried out partially in class so that teachers can monitor the progress of the practical activities. Continuous assessment will focus on the weighting of the exercises/problems assigned during the semester, without prejudice to the teacher's right to include other forms of assessment, which must be declared in the first class of the semester. Assessment parameters are based on the teacher's monitoring of the development of the practical work (evidenced by students attendance), the complexity and level of development of the work, the correctness of the methods used, and the ability to discuss the work carried out (verified through a report/portfolio). Submission methods for the work will be defined by each teacher and communicated in the first class of the semester. Students who do not pass continuous assessment must register for an exam under the terms of the Assessment Regulation currently in force. The exam consists of solving a specific exercise/problem 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 activities (section 4 of the syllabus), students will be asked to develop their design and representation strategies, integrating the other subjects taught, possibly in conjunction with the Project unit. At the same time, interdisciplinarity is promoted and the practical applicability of the material covered within architectural design is demonstrated (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: Munillaleria.
- 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.