

Universidades Lusíada

Fidalgo, Ana Cristina Matos Lopes
Pinto, Luís Miguel de Barros Moreira, 1969-
Matos, Ruben de

**Trazendo a matemática para a arquitetura :
impacto do modulator de Le Corbusier e da
proporção áurea de Da Vinci na expressão
espacial**

<http://hdl.handle.net/11067/8220>
<https://doi.org/10.34628/DTPK-VS98>

Metadados

Data de Publicação

2025

Resumo

A interligação entre a arquitetura e os princípios matemáticos revela-se na influência do Modulor de Le Corbusier e na Proporção Áurea de Leonardo da Vinci. Este estudo investiga o modo como estes princípios geométricos e matemáticos moldam a conceção e a vivência do espaço na arquitetura. O Modulor, desenvolvido por Le Corbusier, baseia-se na escala humana e na sequência de Fibonacci, fornecendo um sistema de proporções harmoniosas para o desenho arquitetónico. Da mesma forma, a Proporção Áurea...

The interconnection between architecture and mathematical principles is revealed in the influence of Le Corbusier's Modulor and Leonardo da Vinci's Golden Ratio. This study investigates how these geometric and mathematical principles shape the design and experience of space in architecture. The Modulor, developed by Le Corbusier, is based on the human scale and the Fibonacci sequence, providing a system of harmonious proportions for architectural design. Similarly, the Golden Ratio, explored by...

Tipo

bookPart

Editora

Universidade Lusíada Editora

Esta página foi gerada automaticamente em 2026-10-30T02:06:03Z com
informação proveniente do Repositório



ANA FIDALGO¹

CITAD – Universidade Lusíada, Lisboa

anafidalg@gmail.com | [id 0009-0001-2522-8162](https://orcid.org/0009-0001-2522-8162)



LUÍS MOREIRA PINTO²

CITAD – Universidade Lusíada, Lisboa

lmoreirapinto.arq@gmail.com | [id 0000-0002-9201-0294](https://orcid.org/0000-0002-9201-0294)



RUBEN DE MATOS³

Universidade da Beira Interior

dmatosruben@gmail.com

TRAZENDO A MATEMÁTICA PARA A ARQUITETURA: IMPACTO DO MODULOR DE LE CORBUSIER E DA PROPORÇÃO ÁUREA DE DA VINCI NA EXPRESSÃO ESPACIAL

BRINGING MATHEMATICS TO ARCHITECTURE: THE IMPACT OF LE CORBUSIER'S MODULOR AND DA VINCI'S GOLDEN RATIO ON SPATIAL EXPRESSION

[doi 10.34628/DTPK-VS98](https://doi.org/10.34628/DTPK-VS98)

Resumo: A interligação entre a arquitetura e os princípios matemáticos revela-se na influência do Modulor de Le Corbusier e na Proporção Áurea de Leonardo da Vinci. Este estudo investiga o modo como estes princípios geométricos e matemáticos moldam a conceção e a vivência do espaço na arquitetura.

O Modulor, desenvolvido por Le Corbusier, baseia-se na escala humana e na sequência de Fibonacci, fornecendo um sistema de proporções harmoniosas para o desenho arquitetónico. Da mesma forma, a Proporção Áurea, explorada por Da Vinci e inúmeros outros arquitetos ao longo da história, constitui uma medida de equilíbrio e estética, presente em inúmeras construções notáveis.

Este estudo procura compreender como estes princípios são aplicados na prática arquitetónica contemporânea. Explora-se o modo como arquitetos usam o Modulor e a Proporção Áurea para criar espaços que não só respondem a necessidades funcionais, mas também proporcionam uma sensação de harmonia estética e equilíbrio visual.

Palavras-chave: Modulor | Le Corbusier | Preparação | Proporção áurea | Sucessão Fibonacci.

Abstract: The interconnection between architecture and mathematical principles is revealed in the influence of Le Corbusier's Modulor and Leonardo da Vinci's Golden Ratio. This study investigates how these geometric and mathematical principles shape the design and experience of space in architecture.

The Modulor, developed by Le Corbusier, is based on the human scale and the Fibonacci sequence, providing a system of harmonious proportions for architectural design. Similarly, the Golden Ratio, explored by Da Vinci and countless other architects throughout history, is a measure of balance and aesthetics, present in numerous notable buildings. This study seeks to understand how these principles are applied in contemporary architectural practice. It explores how architects use the Modulor and the Golden Ratio to create spaces that not only respond to functional needs, but also provide a sense of aesthetic harmony and visual balance.

Keywords: Modulor | Le Corbusier | Preparation | Air ratio | Fibonacci sequence.



Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

Original Texto submetido à plataforma de deteção de similaridade e plágio ORIGINAL.

Os textos que constituem esta obra seguem, por decisão dos respetivos autores, a antiga ou a atual grafia.

O conteúdo desta obra é da exclusiva responsabilidade dos seus autores e não vincula a Fundação Minerva | Universidade Lusíada.

Este artigo visa destacar a relevância contínua da influência de princípios matemáticos na arquitetura e fornecer uma compreensão aprofundada do impacto do Modulor de Le Corbusier e da Proporção Áurea de Leonardo da Vinci no design arquitetónico contemporâneo. Através da análise das suas aplicações e implicações, pretende-se oferecer orientação e inspiração para arquitetos, designers e estudiosos, demonstrando como a harmonia matemática pode enriquecer a expressão arquitetónica e melhorar a experiência dos espaços construídos

1. CONTEXTO HISTÓRICO

No final da Idade Média assistimos ao renascer do mundo urbano, depois de séculos e séculos de ruralidade. A partir do século XII, as cidades assumem um novo

¹ Professora Auxiliar Convidada na Universidade da Beira Interior (UBI), onde exerce funções docentes no Departamento de Engenharia Civil e Arquitetura, lecionando unidades curriculares como Geometria e Representação I e II. É também investigadora em Arquitetura e Urbanismo na UBI, integrando atividades de ensino e investigação. Doutorada em Arquitetura pela Universidade da Beira Interior, a sua tese abordou A relação estética das artes plásticas na arquitetura de Miguel Saraiva, explorando a intersecção entre expressão estética, artes plásticas e projeto arquitetónico, contribuindo para o debate teórico-crítico sobre perceção e forma no projeto arquitetónico. A sua carreira académica desenvolve-se num contexto de ensino superior e investigação com forte orientação para a conceptualização e representação arquitetónica, participando em conferências, seminários e masterclasses nas quais apresentou trabalhos relacionados com a representação, música e arquitetura. Tem também organizado e colaborado em eventos académicos e exposições, promovendo a discussão sobre temas contemporâneos do projeto e da teoria arquitetónica. Como parte do seu percurso de investigação, contribuiu com publicações e apresentações em eventos científicos de âmbito nacional e internacional, demonstrando uma produção científica consistente em domínios associados à estética, representação e teoria da arquitetura. A sua participação em conferências e eventos académicos reforça a sua presença na comunidade científica e o diálogo entre as práticas de projeto e reflexão crítica sobre arquitetura.

² Arquiteto, docente universitário e investigador, com uma carreira académica e científica consolidada nas áreas da Arquitetura, Urbanismo, Desenho e Teoria do Projeto. Licenciou-se em Arquitetura pela Universidade Lusíada de Lisboa em 1994 e concluiu o grau de Mestre em 1997. Em 2008 obteve o grau de Doutor em História pela Universidade Portucalense, no Porto, com a tese History of Perception in Project Action, centrada na relação entre perceção, conhecimento e ação projetual. Em 2021 concluiu um segundo doutoramento em Arquitetura na Universidade Lusíada de Lisboa, com a tese The Street as a Brand: Study Case Madalena Street in Lisbon Old Town, dedicada à rua enquanto elemento identitário, simbólico e estratégico da

cidade histórica. Iniciou a sua atividade docente no ensino secundário entre 1994 e 1999, lecionando História da Arte, Design e Desenho. Em 1999 integrou a Universidade Lusófona de Lisboa como assistente no curso de Arquitetura, onde lecionou Desenho I e II. Desde 2004 é docente da Universidade da Beira Interior (UBI), onde exerce atualmente funções como Professor Auxiliar. Na UBI tem lecionado unidades curriculares de Projeto de Arquitetura e Desenho nos diferentes ciclos de estudos, bem como a área de Barreiras Arquitetónicas no Mestrado em Gerontologia da Faculdade de Ciências da Saúde. Ao longo do seu percurso académico, desempenhou diversos cargos institucionais de relevo, incluindo Diretor do Mestrado em Arquitetura (pré e pós-Bolonha), Diretor do Doutoramento em Arquitetura, Vice-Presidente do Departamento de Engenharia Civil e Arquitetura, membro do Conselho Científico da Faculdade de Engenharia e Presidente de Comissões Científicas de ciclo de estudos. Atualmente é coordenador da unidade curricular de Desenho do 2.º ano e Coordenador ERASMUS. É orientador de dissertações de mestrado e teses de doutoramento desde 2007. Desenvolve investigação nas áreas da perceção espacial, projeto arquitetónico, espaço urbano e identidade territorial. É investigador integrado do CIAUD – Centro de Investigação em Arquitetura, Urbanismo e Design (FAUL/UBI), desde novembro de 2024. Possui um extenso conjunto de publicações científicas nacionais e internacionais e colabora regularmente como revisor científico em revistas e conferências académicas.

³ Arquiteto e estudante de doutoramento na Universidade da Beira Interior (UBI). Desenvolve investigação no domínio da arquitetura e do território, com particular interesse nas dinâmicas urbanas, no planeamento e na relação entre arquitetura, espaço público e políticas locais. Paralelamente à atividade académica, exerce funções técnicas na Câmara Municipal da Covilhã, onde participa em processos de planeamento urbano, gestão territorial e intervenção no espaço construído. A sua experiência profissional na administração pública complementa a sua formação científica, contribuindo para uma abordagem integrada entre investigação, prática projetual e aplicação no contexto real das cidades.

protagonismo na vida dos estados e das populações, passam a ser os pólos dinamizadores da vida econômica, social e cultural. No Renascimento, os desenhos da cidade nascem conjuntamente com o traçado dos arquitetos que concebiam o espaço. A arquitetura e o desenho da cidade encontram-se relacionados com a racionalização proporcionada pela geometria e a interpretação da realidade, que para além de outros fatores condicionantes ajudam a constituir as bases de um arquiteto. Os referenciais necessários para o entendimento da arquitetura desenvolvem-se tendo como molde o estudo de obras consagradas no passado o que nos dá um entendimento da realidade contemporânea.

2. DIMENSÃO MATEMÁTICA

Na Arquitetura a dimensão matemática entre o real e o projetado resulta da noção das escalas do arquiteto ao desenhar a planta e durante a execução de todo o projeto. Essa proporção entre o real e o projetado pretende-se ser o mais exata possível no sentido de permitir uma correta percetibilidade dos espaços, a sua usabilidade e uma harmonia espacial para uma total fruição. Desde sempre a matemática tem sido o recurso que permitiu aos arquitetos projetar com vista a atingir essa harmoniosidade. A ausência do cálculo matemático teria como resultado a falência dos edificadados e a ausência de funcionalidade.

Encontramos a matemática na geometria e nas proporções. Revelando-se a geometria como uma parte crucial da arquitetura. Os arquitetos usam conceitos geométricos para criar formas, proporções e layouts harmoniosos nos seus projetos. A proporção áurea, por exemplo, é um conceito matemático frequentemente utilizado para criar composições visualmente agradáveis.

A escala e a proporção encerram em si muitos conceitos matemáticos e os termos escala e proporção estão relacionados, mas têm significados diferentes em contextos diferentes. Na matemática, a escala é a relação entre dimensões de um objeto em uma representação gráfica e as suas dimensões reais. Por exemplo se uma planta tem uma escala de 1:1000, o que quer dizer, que cada centímetro no mapa representa 1000 centímetros na realidade. A proporção refere-se à relação entre duas grandezas. Pode ser usada para descrever uma relação entre o tamanho de duas partes de um objeto (arquitetónico) ou entre duas grandezas diferentes. Por exemplo a proporção entre a altura de duas pessoas pode ser 1:2, o que significa que uma pessoa é o dobro da outra em altura. As noções de escala e proporção podem estar relacionadas em alguns casos, mas são conceitos distintos. A escala é usada para representar e medir o tamanho relativo de objetos ou lugares em uma representação gráfica, enquanto a proporção é usada para descrever a relação entre duas grandezas.

Os cálculos estruturais aplicados pela engenharia estrutural, num campo intimamente relacionado à arquitetura, envolve variadíssimos cálculos matemáticos. Neles se inclui o determinar das cargas, dimensionamento de colunas, cálculo resistência de materiais e garantir que as estruturas sejam seguras e estáveis. Estes cálculos são determinantes para muitos dos avanços da arquitetura, para a sua espetacularidade e para a sua simplicidade.

3. ARQUITETURA CONTEMPORÂNEA

Todo o espaço gira em torno de um protagonista essencial e estruturante o homem. E não podemos compreender o espaço sem o pilar essencial. Pois a genesis da arquitetura, decorre da espacialidade inerente ao ser humano. O homem e o espaço são entidades indissociáveis, o espaço pertence à essência do ser humano.

Em primeira análise, depreende-se a produção arquitetónica como sendo um objeto ou como sendo um espaço que abriga as relações humanas e não como um mediador das relações, mas a produção arquitetónica deve ser considerada para além dos aspetos formais, deve ser considerada como mediadora das ações humanas. Daí a necessidade de se compreender um caráter mais complexo da arquitetura e de se compreender a importância do corpo no espaço. O corpo é o nosso ponto de referência, da nossa espacialidade, Merleau-Ponty defende que a ideia da conceção espacial passa pelas experiências que iram ser vivenciadas no espaço, por isso mesmo ele refere que:

“O corpo é o nosso meio geral de ter um mundo. Ora ele se limita aos gestos necessários à conservação da vida e, correlativamente, põe em torno de nós um mundo biológico” (MERLEAU-PONTY, 1999, p.67)

Na arquitetura moderna os algoritmos e modelagem computacional, têm por de trás de si a matemática. Sendo esta a responsável por muitos algoritmos usados na modelagem computacional, que é amplamente usada na arquitetura contemporânea. Isso inclui Software de Design assistido por computador (CAD) e modelagem tridimensional (3D), onde equações matemáticas são usadas para criar representações virtuais de edifícios.

As topologias e os espaços na arquitetura resultam dos estudos matemáticos das propriedades de espaços. Os conceitos daí resultantes são aplicados na criação de espaços arquitetónicos funcionais e esteticamente agradáveis.

Outros conceitos matemáticos menos comuns para a aura romântica do conceito de que é um arquiteto como sejam os cálculos orçamentais, os cálculos de materiais, a sustentabilidade, a eficiência energética, o planeamento urbano ou mesmo a estatística, são fundamentais na arquitetura moderna e encerram em si muitos dos conceitos matemáticos fundamentais para a vivência moderna dos projetos e do que reconhecemos como arquitetura.

O corpo humano tem sido desde a antiguidade uma das fórmulas que os arquitetos encontraram para trabalhar a escala nas suas obras. Exemplo mais conhecido é o da criação de Marco Vitruvius, o Homem de Vitruvius que ia buscar alguma inspiração à proporção áurea. Este ideal de beleza e das proporções foi amplamente utilizado e representado por alguns artistas da época clássica e dos quais o mais conhecido é a representação realizada por Leonardo da Vinci. Já no Século XX Le Corbusier pretendeu determinar simetrias, harmonias, proporções que pudessem ser universalmente aplicadas e que facilitassem a produção de objetos em série e pré-fabricados, uma das características mais defendidas pelos modernistas.

“(…) era necessária a sistematização da normatização através de uma dimensional comum. O Modulor vai propor este sistema, definindo-se como uma gama de dimensões

harmônicas com a escala humana universalmente aplicável à arquitetura e à mecânica.”(Lage, 2001,p.132)

É neste contexto que Le Corbusier, criou a sua teoria do Modulor, uma escala de proporções arquitetônicas baseada nas dimensões do corpo humano e da secção de ouro ou seja do “módulo e ouro - Secção Áurea (...)”.(Lage, 2001, p. 132).

Le Corbusier ao criar o O Modulor criou uma é uma escala de proporções humanas, que também ela se inspira em princípios matemáticos e que foram amplamente utilizados na sua arquitetura, afirmando que “a geometria é a linguagem do homem”(Corbusier 2008, p. 44). O Modulor foi desenvolvido na década de 1940, no pós-guerra, e baseia-se na proporção áurea e em sequências matemáticas, como a série de Fibonacci. São estas algumas das ferramentas que os arquitetos utilizam para criar espaços harmoniosos e esteticamente agradáveis. No caso da Proporção Áurea, esta é uma proporção matemática que se encontra na natureza e também é muito representada na arquitetura.

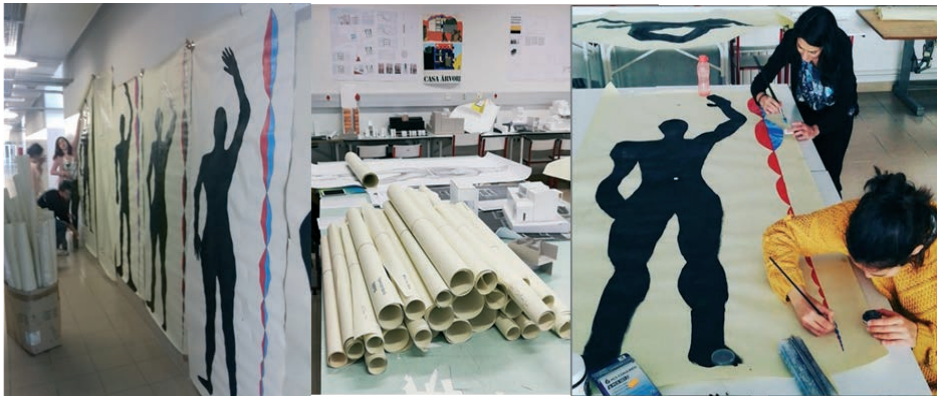


Figura 1. Exemplo do workshop realizado com os alunos UBI outubro 2023

Esta proporção é obtida através da divisão de um segmento em duas partes, de forma que a razão entre o todo e a maior parte seja igual à razão entre a maior parte e a menor parte. Esta formatação é considerada esteticamente agradável e muitas vezes é utilizada para definir a proporção de elementos arquitetônicos, como a altura e largura de colunas, por exemplo.

A ideia que se encontra por de trás do Modulor inspirava-se na criação de um sistema de proporções que fosse harmonioso e adequado às necessidades humanas e para isso nada melhor qu um sistema baseado na forma humana que seria facilitador na criação de espaços e na sua usabilidade. Le Corbusier acreditava mesmo que os edifícios deveriam ser projetados em torno do corpo humano, levando em consideração suas dimensões e proporções ideais, pois que destinava-se a uma utilização humana.

O objetivo principal da aplicação dos princípios do Modulor pelos alunos nas aulas de arquitetura, prende-se com a necessidade de que o aluno de arquitetura reconheça e compreenda as proporções do corpo humano em relação aos espaços arquitetônicos que irão criar no futuro. Isso envolve o entendimento de como as di-

mensões e proporções do corpo humano são levadas em consideração no projeto e na construção de edifícios e espaços públicos. Além disso, também se procura no aluno o desenvolvimento de habilidades de estudo e percepção espacial, para que este consiga identificar e avaliar a adequação dos espaços, em relação às necessidades físicas e ergonômicas das pessoas, que irão habitar esses espaços. Em resumo, o objetivo é promover a consciência e valorização do corpo humano como referência para o design e a arquitetura de espaços.

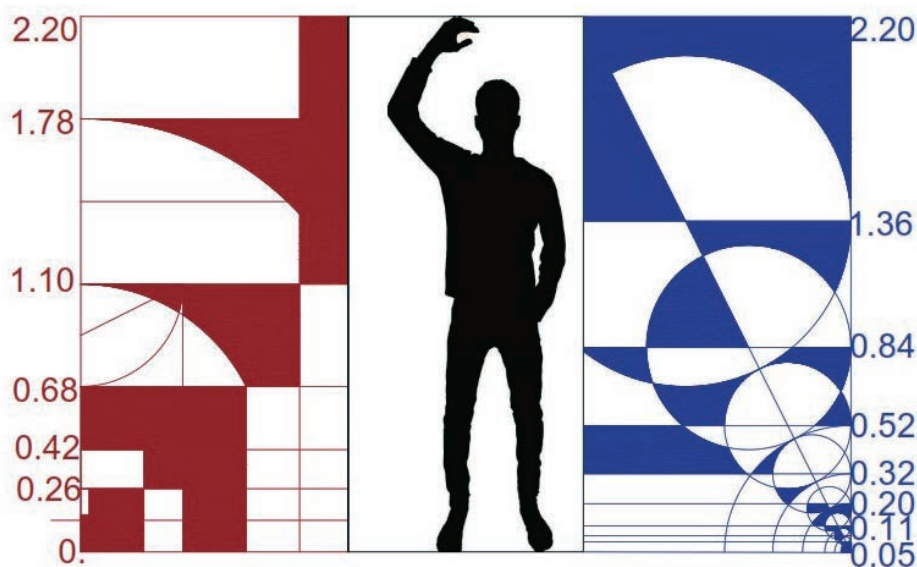


Figura 2. Exemplo do workshop realizado com os alunos UBI outubro 2023

Assim ao induzirmos os alunos a conhecer as dimensões do seu próprio corpo, procurámos mostrar como essa noção é fundamental para a interação com o espaço ao nosso redor de uma forma mais adequada, pois que também somos uma parte participante desse espaço. Isso permitiu um melhor entendimento da proporção e a escala dos objetos, bem como o espaço disponível para nós próprios. Ao conhecermos as dimensões do nosso corpo, como altura, comprimento dos braços, largura dos ombros e assim por diante, somos capazes de determinar se podemos passar por um espaço estreito, se conseguimos alcançar um objeto distante ou se somos grandes o suficiente para ocupar um determinado lugar. Esta consciência corporal é importante para o aluno de arquitetura. É por meio dessa compreensão das nossas próprias dimensões que podemos evitar erros/acidentes, numa obra.

A capacidade de relacionar o nosso corpo com o espaço, a nossa volta, vai ainda permitir uma melhor apreciação da beleza da arquitetura, da arte e do design de interiores. Capacita-nos para a compreensão da proporção estrutural, a percepção do dimensionamento das peças de mobiliário ou dos elementos decorativos e assim apreciar melhor a forma como eles se relacionam entre si e das escalas.

4. CONCLUSÃO

A criação de exercícios que têm por base o próprio Modulor de cada aluno é fundamental para a compreensão do seu relacionamento com a arquitetura. Desta forma lançou-se o desafio para que cada um concebe-se o seu próprio Modulor e que cada um fosse a sua própria base do trabalho a desenvolver. Seria a sua imagem e a sua escala que iria servir como modelo para o seu trabalho seguinte.

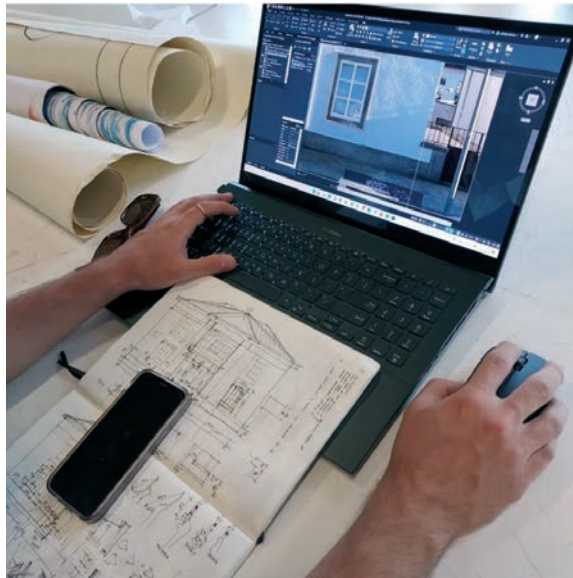


Figura 3. Exemplo do workshop realizado com os alunos UBI novembro 2023

O dimensionamento de cada um seria a escala que iriam usar para a recolha da informação espacial dos espaços a recriar. Desta forma na primeira fase do trabalho de campo dispensou-se a fita métrica e o aluno ficou apenas dependente do seu próprio Modulor para fazer o levantamento da fachada que viria a ser a representado em planta. Após essa representação era feita um novo levantamento, desta vez com recurso às fitas métricas, para uma nova representação da fachada em planta. Seguidamente as plantas criadas quer através da aplicação do próprio Modulor, quer através do recurso à fita métrica eram sobrepostas para verificar as diferenças entre elas, tendo por base de que a resultante da fita métrica seria a verdadeira representação do real. O estudo comparativo da sobreposição revelou que o diferencial entre as duas representações não tinha na maioria dos casos desvios substanciais, podendo mesmo ser considerados mínimos.

Com este estudo de aplicação das proporções via o Modulor, criado por Le Courbousier, procurámos que os alunos passassem a estar dotados de uma ferramenta que lhes permitisse um melhor entendimento das proporções, das escalas e da espacialidade, tanto na criação arquitetónica como em fase de obra. Ao desenvolver a

capacidade de compreender e dominar a escala com este tipo de ferramentas, o futuro arquiteto fica muito mais capacitado para resolver problemas e encontrar soluções para as mais variadas situações profissionais. Mesmo na ausência dos artifícios técnicos e profissionais fundamentais para a profissão, existirão sempre outras possibilidades, como o Modulor, que irão permitir superar essas ausências e assim dar continuidade ao trabalho em curso.

BIBLIOGRAFIA

- CARNEIRO, Alberto, *O Desenho, projeto da pessoa*, in os Desenhos do Desenho, Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação –200, Universidade do Porto
- CORBUSIER, Le, *Por uma Arquitetura*, tradução Ubirajara Rebouças, Perspectiva, São Paulo, 2006.
- CORBUSIER, Le, *Maneira de pensar o urbanismo*, tradução José Borrego, Publicações Europa América, Lisboa, 2008.
- LAGE, ALEXANDRA; DIAS, SUZANA, *Designio vol. I*, Teoria do Design, Porto Editora, Porto, 2001, p. 132.
- MERLEAU-PONTY, Maurice, *Fenomenologia da Percepção*, tradução: Carlos Alberto Ribeiro de Moura, Martins Fontes, São Paulo, Brasil, 1999.
- MONTANER, Joseph Maria, *a modernidade superada, arquitetura, arte e pensamento século xx*, Editorial Gustavo Gili, SA, Barcelona, 2001.
- ZEVI, BRUNO, *A Linguagem Moderna da Arquitetura*, tradução de Luís Pignatelli, 3ªedição, Dom Quixote, Lisboa, 2004.
- ZEVI, Bruno, *Saber ver a Arquitetura*, tradução de M^a Isabel Gaspar e Martins de Oliveira, Dinalivros, Lisboa, 1989.
- ZIMMERMAN, Claire, *Mies van der Rohe 1886-1969 A estrutura do espaço*, Tradução António Mendes, Taschen, Koln, London.