

Alberti Digital - Tradição e inovação na teoria e prática da arquitectura em Portugal

Alberti Digital - Tradition and innovation in theory and practice at Portuguese architecture

Filipe Coutinho

Darq.uc, Coimbra, Portugal
filipecoutinho@darq.uc.pt

Eduardo Castro e Costa

UT Lisboa, Portugal
eduardocosta@ces.uc.pt

José P. Duarte

UT Lisboa, Portugal
duarte@fa.utl.pt

Mário Kruger

Darq.uc, Coimbra, Portugal
kruger@ci.uc.pt

ABSTRACT

This article describes the class Alberti Digital taught at the Faculty of Architecture of the Technical University of Lisbon (FAUTL) and later in the Department of Architecture, University of Coimbra (Darq / UC), centered in interpretation and exploitation of Alberti's treatise *Da Arte Edificatoria* where students had to develop a visual computer program with the algorithms present in the treatise to generate virtual and physical models using different digital fabrication techniques, allowing them to gain skills in the use of computational resources and knowledge of history and theory related with Renaissance architecture and the principles of Alberti in particular.

KEYWORDS: Alberti, *Da Arte Edificatória*, ensino de arquitectura, programação em Grasshopper, prototipagem rápida.

Introdução

A disciplina Alberti Digital ministrada na FAUTL esteve centrada na interpretação e exploração do tratado *Da Arte Edificatória* de L.B. Alberti. Foi proposto aos alunos o desenvolvimento de um programa computacional de carácter visual usando para tal as regras subjacentes aos algoritmos presentes no tratado. Esse programa permitiu gerar modelos 3D com o fim de os fabricar digitalmente.

Pretendeu-se conformar, numa única disciplina académica, a interpretação do tratado com vista à descodificação e compilação das suas regras e que os alunos ganhassem competências em programação GH e diferentes técnicas de prototipagem rápida. De notar que esta disciplina vem no seguimento de uma outra dada anteriormente na FAUTL coordenada pelo Prof. José Duarte, dada pela Prof^a Gabriela Celani e o Arq. Carlos Vaz.

Enquadramento

O projecto de investigação Digital Alberti acima referido é, simultaneamente, uma celebração e uma inovação. Uma celebração no sentido de comemorar a ordem

dada por D. João III, em meados do séc. XVI, a André de Resende para traduzir para português o *De Re Aedificatoria* de Leon Battista Alberti. Uma inovação no sentido de utilizar, pela primeira vez, ferramentas computacionais para se entender o impacto cultural deste tratado na arquitectura clássica, tanto em Portugal como no ultramar. Visto a edição do tratado em português por Krüger & Santo estar pela primeira vez disponível e traduzida a partir do latim publicada pela Fundação Calouste Gulbenkian em 2011, estamos no momento certo para entender as implicações da teoria de Alberti na arquitectura clássica em Portugal. O projecto Digital Alberti visa traçar a influência da *Da Arte Edificatória* na arquitectura Portuguesa usando um ambiente computacional para construir uma gramática generativa da forma descodificando o tratado e produzir desenhos ilustrativos visto que o tratado publicado originalmente em 1485 não continha ilustrações.

O objectivo da disciplina é compreender o tratado e ilustrá-lo com o recurso às novas tecnologias criando desenhos 2D, modelos digitais e modelos físicos através de software de modelação geométrica, visualização e processamento de imagem, e prototipagem rápida. (diagrama1) O objectivo último é preparar a informação

para o desenvolvimento posterior da gramática da forma e modelos computacionais generativos. O trabalho dos alunos integrará uma exposição articulada com uma conferência sobre a obra de Alberti no final do projecto.

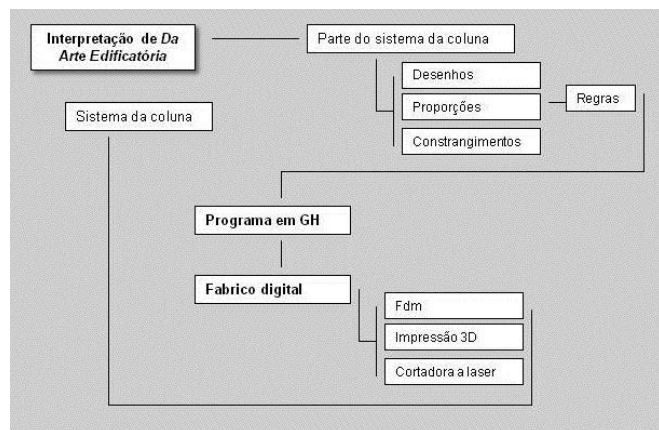


Diagrama 1 – Esquema da programação da disciplina Alberti Digital.

Problema

Uma das questões levantadas prendia-se com as características algorítmicas da *Da Arte Edificatória* que exigiram uma leitura atenta de partes do tratado bem como de artigos referentes a gramáticas da forma, programação em GH e fabrico digital. A novidade prendia-se com o processo de desenhar os diferentes elementos arquitetónicos descritos no tratado de Alberti e que exigiram um método de trabalho assente na interpretação do texto e na utilização das regras para construir o programa em GH. Os alunos deveriam manipular os parâmetros em GH de modo a alterarem os modelos gerados criando novos elementos advindos das regras de Alberti mas que subvertiam os seus cânones.

Sabendo que o trabalho de projecto é um processo de acção-em-reflexão (Schon 1987), pretendeu-se estimular nas diferentes fases da disciplina (interpretação do texto, programação, fabrico digital) o processo criativo fazendo com que a disciplina fosse uma oportunidade de encontrar novas formas de produzir arquitectura e onde os alunos pudessem ter contacto com uma nova metodologia. Esta abordagem computacional teve como criterios didáticos a utilização de forma crítica desses meios potenciando a criatividade (Duarte 2010) de modo a encontrar de novas soluções formais e conceptuais através do tratado. O ambiente da sala de aulas era o característico de uma aula de projecto deslocando-se os assistentes aos postos de trabalho dos alunos e procedia-se a discussões de grupo. As aulas teóricas eram dadas com apoio de projector vídeo e sempre que possível havia interacção com os alunos. Nas apresentações finais os jurados exteriores comentavam e criticavam os trabalhos (Imagem 1).

Leitura e descodificação de passagem do tratado

Na aula inaugural da disciplina (quadro 1) pela Prof.^a Maria Calado o tema *Tratados de Arquitectura* deu um enquadramento da tratadística na área da arquitectura e construção. Esta aula teve a função de introduzir a questão da teoria e os princípios fundamentais da arquitectura relacionando-os com a arquitectura construída na época, os sistemas de ensino e a prática de construir.

Na segunda aula teórica o Prof. Mario Kruger apresentou a *Da Arte Edificatória* contextualizando histórica e teóricamente o tratado descrevendo pormenorizadamente a sua composição, focando aspectos da sistematização da coluna e da geração das plantas dos templos e as relações proporcionais, permitindo aos alunos ficarem com uma ideia abrangente do tratado e com noções acerca das características dos elementos que iriam tratar ao longo do semestre.

Os alunos estavam organizados em grupos de dois elementos. Foi dado a cada grupo um pequeno trecho do tratado contendo as descrições de determinados elementos do sistema da coluna e que cada um deveria interpretar e com ele desenvolver o código GH. Nas cópias do tratado fornecidas não constavam desenhos. Era pretendido que os alunos executassem as suas próprias interpretações, através das descrições literárias e que não fossem influenciados por interpretações de outros autores, nomeadamente os desenhos presentes na tradução do tratado de Cosimo Bartoli (Bartoli 1550) e de Morolli (Morolli 1994). Numa fase inicial da disciplina e a partir dos conceitos apresentados nas primeiras aulas os alunos deveriam seleccionar um elemento de um sistema de coluna e elaborar uma proposta de projecto para o exercício final contendo uma descrição preliminar do projecto e objectivos gerais, referências, motivações e justificação para a utilização do sistema paramétrico no projecto. Assim o método utilizado por todos os grupos foi: 1) leitura das descrições do tratado; 2) sublinhar e apontar as regras presentes no texto; 3) apontamento em desenhos de esboço das regras e dos aspectos formais dos elementos. (imagem 1) Após este trabalho os alunos tinham as regras e as relações de proporções e avançaram para a execução dos seus programas paramétricos em GH.

Computação, desenho generativo e os novos paradigmas da arquitectura

Tendo a disciplina Alberti Digital a missão de fornecer competências em programação GH (a disciplina no semestre anterior tinha o título de Programação e Fabrico Digital), foram dadas três aulas onde se abordaram os novos paradigmas e modelos em Arquitectura focando a computação e programação

Aula	Data	Conteúdo
1	25 Fev	T História da Arquitectura Renascentista e seus tratados P Introdução ao Rhinoceros Lançamento EX 0 Introdução ao tratado de Alberti
2	4 Mar	T O tratado de Leon Batista Alberti <i>De Re Aedificatoria</i> P Introdução ao Grasshopper Entrega EX 0 + Lanç. EX 1 Proposta para o projecto final da disciplina
3	11 Mar	T Novos paradigmas e modelos em Arquitectura P Grasshopper: Parametrização de formas simples Ent. EX 1 + Lanç. EX 2 Dados e elementos
4	18 Mar	T Boas práticas em programação e scripting P Grasshopper: Parametrização de formas complexas Ent. EX 2 + Lanç. EX 3 Operadores, funções e subdivisões
5	25 Mar	T Introdução às gramáticas da forma P Grasshopper: Repetição e condicionais Ent. EX 3 + Lanç. EX 4 Repetições e condições
6	1 Abr	P Grasshopper: Repetição e condicionais (2) P Apoio ao trabalho dos alunos Ent. EX 4
7	8 Abr	P Apoio ao trabalho dos alunos Lanç. EX Final Modelo computacional de um sistema de colunas albertiano
8	15 Abr	T Prototipagem rápida e fabricação digital P Apoio ao trabalho dos alunos
	22 Abr	--- PASCOA ---
9	29 Abr	início dos trabalhos de prototipagem P Técnicas para fabricação digital: corte a laser P Apoio ao trabalho dos alunos
10	6 Mai	P Preparação de modelos para fabricação: laser cutter P Apoio ao trabalho dos alunos (PONTO SITUAÇÃO: atrasos)
11	13 Mai	P Técnicas para fabricação digital: impressão 3D P Apoio ao trabalho dos alunos
12	20 Mai	P Preparação de modelos para fabricação: impressão 3D P Apoio ao trabalho dos alunos
13	27 Mai	(Fablab EDP) P Técnicas para fabricação digital: fresagem P Apoio ao trabalho dos alunos
14	3 Jun	(Fablab EDP) P Preparação de modelos para fabricação: fresagem P Apoio ao trabalho dos alunos

Quadro1 – calendarização e programação das aulas.

integrantes do processo criativo na actividade de projecto. Na aula de boas práticas em programação e scripting focou-se a estruturação de um programa e desenvolvimento de scripting, e hierarquização de processos. Foi dada uma aula de introdução à gramática da forma com o intuito de demonstrar as propriedades e características do desenho generativo e das relações históricas, teóricas e praticas na actividade de projecto e pesquisa em arquitectura e foram feitos exercícios

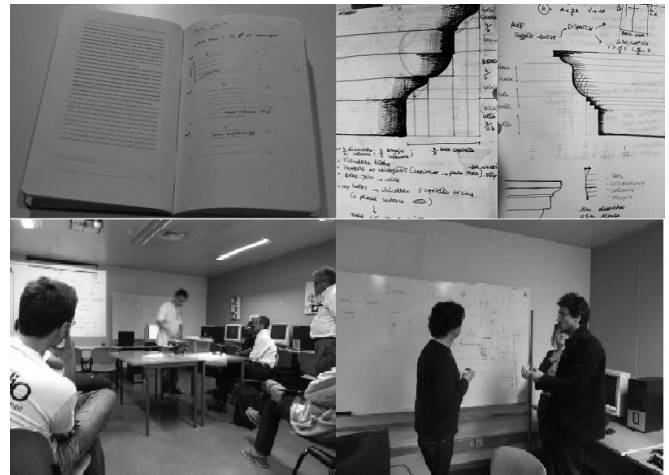


Imagem 1 – apontamentos dos alunos acerca das regras presentes no texto e articulação em esboços das regras e aspectos formais dos elementos do sistema da coluna em análise. Ambiente na sala de aulas. Interpretação do tratado e Avaliações.

práticos utilizando regras. Na aula de novos paradigmas e modelos de arquitectura foram dadas noções da definição de modelo icónico com realce para o modelo analógico e modelo digital e por outro o modelo computacional e o modelo simbólico focando os novos paradigmas de projecto a que estes levaram bem como o impacto das novas tecnologias e as qualidades dos diferentes modelos no processo de projecto.

Programação em GH

Após a descodificação do tratado, os alunos iniciaram a construção de programas GH. Estes programas computacionais têm como objectivo a geração de modelos tridimensionais a partir de parâmetros introduzidos pelo utilizador, e posterior produção de modelos com técnicas de prototipagem rápida. O desenvolvimento dos programas GH evidenciou as relações formais dos sistemas prescritos por Alberti. No desenvolvimento do programas foi seleccionado um meio de modelação que compreendendo dois programas: o software de modelação tridimensional Rhinoceros (RH), e o editor gráfico de algoritmos GH gerando geometria no RH pois este lida com NURBS, descrições matemáticas que permitem um elevado grau de precisão. O GH não é uma linguagem de programação, mas sim um editor gráfico de algoritmos, permitindo gerir o fluxo de informação necessário à geração de formas, aceitando porem outros scripts. O GH permitiu criar algoritmos intuitivamente, em que a informação é modelada através da ligação de parâmetros, que contêm informação e componentes que agem sobre essa informação. Uma das vantagens do GH é que não são necessários conhecimentos prévios de programação para começar a gerar formas no RH. Após a introdução ao RH (1ª aula prática) os alunos passaram pelas fases de introdução à modelação computacional com aulas de carácter tutorial, sendo explicadas e experimentadas várias funcionalidades do

programa, com 6 exercícios: 1) Criação de arquivo .ghx com os componentes apresentados, utilizando dados numéricos, operações booleanas, strings e constantes. No mesmo arquivo .ghx, deveriam gerar o “fuste de uma coluna”, aplicando as recomendações de Alberti descritas no capítulo XIII do Livro Sexto do tratado, porém com elementos do tipo “parâmetros” com múltiplos elementos. 2) Criação de duas composições iguais utilizando fórmulas matemáticas; na primeira utilizando um painel com a fórmula e na segunda utilizando componentes de operadores algébricos. No mesmo arquivo .ghx deveriam gerar uma folha de acanto do capitel coríntio, fazendo uso de operadores e funções, sendo mais importante o raciocínio do que o grau de semelhança com a folha. 3) Criação de duas composições; na primeira utilizando repetições e na segunda condições. No mesmo arquivo .ghx deveriam popular um capitel coríntio com folhas de acanto, fazendo uso de repetições e condições, e da matéria dos exercícios anteriores. 4) Elaboração de uma composição que gerasse uma coluna, aplicando as regras, parametrizando os graus de liberdade existentes e com estes gerar modelos digitais, computacionais e físicos do sistema de coluna. Era sugerido então 1 elemento da coluna por grupo (entablamento, capitel, fuste e coluna) ou 1 sistema de coluna por cada 4 grupos. 5) Criação de um exemplo de composição que permitisse popular um capitel coríntio com folhas de acanto, fazendo uso de repetições e condições, e dos exercícios anteriores. 6) Criação de duas composições iguais utilizando fórmulas matemáticas; na primeira utilizando um painel com a fórmula e na segunda componentes de operadores algébricos. No mesmo arquivo ghx criação de um exemplo de composição com o uso de subdivisões de formas com comentários aos código, utilizando “panels” e “scribbles”.

Posteriormente, os alunos modelaram os elementos do sistema de coluna o que implicou um acompanhamento mais próximo focando a produção de modelos computacionais. Nesta fase a discussão sobre a interpretação do tratado foi mais dinâmica, pois com a necessidade de maior objectividade quanto às regras usadas, algumas dúvidas e contradições das próprias descrições de Alberti foram surgindo. O código GH deveria permitir alguma liberdade na variação dos códigos alterando parametricamente os modelos, usando criativamente os canons de Alberti (imagem 2).

Fabrico digital

Parte do semestre foi dedicado à fabricação tendo sido dada introdução às técnicas de prototipagem rápida focando os três processos principais que iríamos utilizar: subtrativo, aditivo e formativo (esta técnica acabou por não ser utilizada). Máquina de corte a laser, fresadora, 3d Printer (Zcorp e Fdm). Foi dada particular

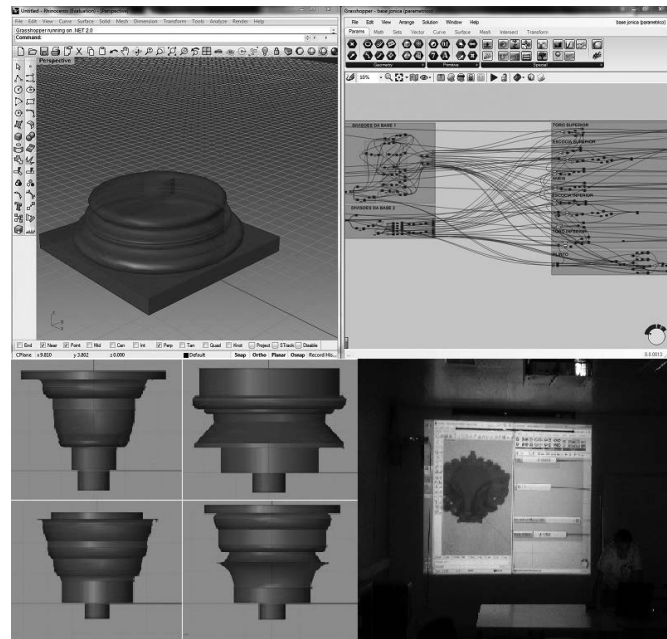


Imagem 2 – interface do GH com visualização em RH gerando uma base Jónica e trabalho de aluno mostrando variação paramétrica do capitel Dórico. Aluno demonstrando variações do capitel Coríntio através do seu código GH.

atenção à consistência dos modelos nomeadamente quanto à fabricabilidade como às proporções do modelo, direcções das superfícies, modelo do código que permitisse otimizar a prototipagem (como cortar em fatias ou desenrolar os elementos a maquinar, etc) e os alunos deveriam ter em atenção qual a técnica que melhor se adequaria ao seu modelo. No fim, tendo em vista a produção de elementos para a exposição final do projecto, foi decidido produzir elementos com impressão 3d como um detalhe de encaixe que permitisse montar o sistema da coluna com diferentes elementos. (imagem 3) De salientar que foi utilizado o Laboratório de Prototipagem Rápida (LPR) da FAUTL e do Darq/UC bem como o FabLab da Electricidade de Portugal (EDP).

Conclusões

A disciplina Alberti Digital que no segundo ano foi ministrada igualmente no Departamento de Arquitectura da Universidade de Coimbra teve como objectivo principal a interpretação do tratado com o intuito de proceder à sua compreensão crítica e de, através da descodificação e sintetização das regras nele subjacente, desenvolver competências em programação GH e em diferentes técnicas de prototipagem rápida. Num processo que foi simultaneamente analítico e sintético os alunos, usando as regras descritas por Alberti, puderam gerar elementos que lhes permitiu não só representar elementos de ornamentação clássica mas também, através da manipulação dos seus programas GH, criar novos elementos que subvertiam os canons clássicos. No fim foi possível comprovar fisicamente a



Imagem 3 – protótipos fabricados nas diferentes técnicas, nomeadamente impressão 3D Zcorp e FDM, modelo produzido na cortadora a laser. Finalmente um conjunto de peças fabricadas que através de um sistema de encaixe permite demonstrar a sistematização da coluna de Alberti.

sistematização da coluna dando fisicalidade à teoria de Alberti verificando-se deste modo a funcionalidade da disciplina Alberti Digital.

Agradecimentos

Esta disciplina foi ministrada na FAUTL sendo o seu professor José Pinto Duarte e os seus assistentes Filipe Coutinho e Eduardo Costa. É parte do projecto Digital Alberti que foi financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT), Portugal, (PTDC/ AUR/64384/2006) e tem sede no Centro de Estudos Sociais da Universidade de Coimbra. O projecto é coordenado por Mário Krüger. Filipe Coutinho é financiado pela FCT com bolsa de doutoramento SFRH/BD/81260/2011 e Eduardo Costa é investigador do projecto. Agradece-se a colaboração do LPR da Darq e do FabLab da EDP bem como dos seus coordenadores Catarina Santos e Nuno Valverde onde foram fabricados grande parte dos modelos físicos.

Bibliografia

Bartoli, C. 1550 L'Architettura di Leon Battista Alberti tradotta in lingua fiorentina...com l'aggiunta de disegni. Florença: Lorenzo Torrentino.

Duarte, J; Celani, G; Pupo, R. 2010 Inserting computational technologies in architectural curricula. In: GU, N. e Wang, X. Computational Design Methods and Technologies: Applications in CAD, CAM and CAE Education. Hershey, PA. IGI Global, 2011.

Schon, D. 1987 *Educating the Reflective Practitioner*. San Francisco, CA: Josey-Bass Publishers.

Kruger, M.; Duarte, J.P.; Coutinho, F. 2011 Decoding De Re Aedificatoria: using grammars to trace Alberti's influence on Portuguese classical architecture, in Nexus Network Journal vol. 13, no. 1

MOROLLI, G and GUZZON, M. 1994 Leon Battista Alberti: I nome e le figure: ordini, templi, fabbriche civili: immagini e architetture dai libri VII e VIII del De reaedificatoria, Alinea Editrice, Firenze.