

Repositório ISCTE-IUL

Deposited in *Repositório ISCTE-IUL*:

2019-01-10

Deposited version:

Post-print

Peer-review status of attached file:

Peer-reviewed

Citation for published item:

Pepe, M., Resende, R. & Pinto, P. (2018). O BIM no ensino da arquitetura em Portugal: o caso do ISCTE-IUL. In António Aguiar Costa, Miguel Azenha (Ed.), 2º congresso português de building information modelling. (pp. 674-656). Lisboa

Further information on publisher's website:

--

Publisher's copyright statement:

This is the peer reviewed version of the following article: Pepe, M., Resende, R. & Pinto, P. (2018). O BIM no ensino da arquitetura em Portugal: o caso do ISCTE-IUL. In António Aguiar Costa, Miguel Azenha (Ed.), 2º congresso português de building information modelling. (pp. 674-656). Lisboa. This article may be used for non-commercial purposes in accordance with the Publisher's Terms and Conditions for self-archiving.

Use policy

Creative Commons CC BY 4.0

The full-text may be used and/or reproduced, and given to third parties in any format or medium, without prior permission or charge, for personal research or study, educational, or not-for-profit purposes provided that:

- a full bibliographic reference is made to the original source
- a link is made to the metadata record in the Repository
- the full-text is not changed in any way

The full-text must not be sold in any format or medium without the formal permission of the copyright holders.

O BIM NO ENSINO DA ARQUITETURA EM PORTUGAL O CASO DO ISCTE-IUL

Micael Pepe⁽¹⁾, Ricardo Resende⁽²⁾, Pedro Pinto⁽³⁾

(1) ISCTE – Instituto Universitário de Lisboa, Lisboa

(2) ISTAR-IUL, ISCTE – Instituto Universitário de Lisboa, Lisboa

(3) Dinâmia-CET, ISCTE – Instituto Universitário de Lisboa, Lisboa

Resumo

A implementação do BIM na Indústria da Construção está a desencadear uma resposta nas Instituições de Ensino Superior. Através da análise de casos de estudo nacionais e internacionais, é feita uma reflexão sobre o grau de implementação desta metodologia nos cursos de arquitetura em Portugal. A procura de profissionais qualificados com conhecimentos e competências em BIM tem aumentado nos últimos anos, no seguimento da digitalização do setor. Como forma de preencher esta lacuna no mercado, foram surgindo pequenos cursos especializados, direcionados aos agentes desta Indústria. Por outro lado, o meio académico tem feito um esforço para incluir estes conteúdos nos *curricula* de cursos de engenharia e arquitetura. Por contraposição de Portugal com países tecnologicamente mais desenvolvidos, como os Estados Unidos da América, o Reino Unido ou a França foi possível concluir que em território nacional, o grau de implementação deste recurso no ensino superior está ainda numa fase bastante inicial, sendo apenas ensinadas as ferramentas, maioritariamente para modelação 3D. Esta situação, juntamente com a proliferação de cursos especializados sugerem um novo ramo de atuação dentro das áreas que atuam em ambiente construído, levando ao aparecimento de novos profissionais, como o modelador BIM ou o BIM Manager. Concluiu-se ainda que, um verdadeiro especialista em BIM deve possuir formação base em engenharia ou arquitetura, pelo que se apresenta neste trabalho uma proposta para inclusão desta metodologia no Mestrado Integrado em Arquitetura do ISCTE-IUL.

Introdução

As duas últimas décadas foram marcadas pela implementação duma nova metodologia de trabalho, *Building Information Modelling* (BIM), entre os intervenientes do setor da construção. Por todo o mundo, diversas iniciativas de carácter público e privado têm contribuído para o processo de transição desta Indústria para o digital. Os Estados Unidos da América lançaram-se neste caminho desde muito cedo, o que lhes confere o papel de pioneiros e tendo em conta a

experiência acumulada, uma referência para muitos países. Outros tiveram o apoio dos seus Governos, como é o caso do Reino Unido, cuja ambiciosa estratégia de implementação constitui um exemplo de sucesso [1]. Quanto à União Europeia, esta encontra-se a diferentes velocidades, existindo países muito desenvolvidos, com normas próprias, sobretudo no norte da Europa [2]. Ainda assim, são de salientar todas as medidas promovidas por estes países, que apontam na mesma direção fomentando o aparecimento de programas nacionais adaptados à realidade de cada um [3]. A França constitui um destes casos, pelo investimento de 20M€ na concretização do seu plano nos últimos três anos [4].

A evolução das profissões ligadas ao setor da Arquitetura, Engenharia e Construção acabou por influenciar as instituições de ensino, fomentando alterações dos seus planos curriculares, para uma maior inclusão de conteúdos BIM. Apesar dos vários exemplos de sucesso, na Europa e no resto do mundo, Portugal é um dos países onde a implementação do BIM, quer na Indústria, quer no meio académico, se encontra numa fase ainda muito preliminar. A tradição do país no ensino na arquitetura, os escassos apoios financeiros e governamentais ou a cultura de trabalho do arquiteto são razões frequentemente apontadas como estando na origem deste desfazamento, comparativamente com os exemplos apresentados [2].

O inquérito de M. João Venâncio ao estado da implementação BIM em Portugal no ano de 2015 [2], constitui um testemunho do estado do setor, demonstrando também que as instituições de ensino são o grupo inquirido com maior percentagem de respondentes com conhecimentos sobre BIM, apesar da oferta formativa destes cursos não refletir o nível de conhecimentos [2]. Algumas das escolas de arquitetura contam já com unidades curriculares sobre BIM, geralmente optativas e incidindo apenas na vertente de modelação 3D. Sacks e Pikas [5] defendem um conjunto mais alargado de tópicos de ensino, com capacidade para serem integrados nestes cursos, agrupando-os em temas e ciclos de ensino. Já Barison e Santos [6] delineiam modelos para a sua implementação, numa colaboração entre estudantes de diferentes disciplinas (modelo interdisciplinar) ou da mesma área de formação (modelo intradisciplinar). Até há pouco tempo, as questões de cariz metodológico, em Portugal, eram exclusivas de cursos em pós-graduação, mas no final de 2016, foi aprovada a criação duma licenciatura no Instituto Politécnico de Viana do Castelo – Escola Superior de Tecnologias e Gestão, dedicada à “Modelação em Gestão de Informação em Edifícios” em ambiente BIM, que pretende formar técnicos superiores aptos para integrar e preencher a lacuna identificada no mercado [7].

São diversas as iniciativas no âmbito do ensino na universidade e fora dela, como o BIMclub, o Fórum Académico BIM ou o Curso BIM, este último de grande profundidade e abrangência e com o apoio das OE, OA, Universidade do Minho, Universidade do Porto e Instituto Superior Técnico. No entanto as diferenças relativas entre a implementação BIM nas Universidades em Portugal são pequenas quando enquadradas nas práticas internacionais estudadas nos EUA, Inglaterra ou França, pelo que se tomou estas últimas como referencial para este trabalho [7].

O curso de arquitetura do ISCTE-IUL é dos poucos exemplos nacionais onde o *curriculum* base inclui conteúdos BIM, numa unidade curricular própria, há vários anos. Durante este tempo, poucas foram as alterações ao seu programa, centrado exclusivamente na aprendizagem de ferramentas dum *software* de modelação BIM [7].

Bachelor of Architecture, Pennsylvania State University, EUA

A generalização destas tecnologias deve-se também à influência de algumas universidades, como a Penn State University. A presença de cursos de arquitetura e engenharia no mesmo campus facilitou o aparecimento de novos modelos de ensino. A entrada do BIM no Bachelor

of Architecture desta universidade teve origem no ano de 2004, com a criação dum seminário, em parceria com a Autodesk. No ano seguinte, o *software Revit Architecture* torna-se parte integrante do programa dum unidade curricular de 2º ano dedicada, até à data, à aprendizagem de *softwares* CAD. Consequentemente, os alunos passaram a utilizar estas ferramentas para projeto, continuando a explorar as potencialidades do *software* por conta própria. No 5º e último ano deste curso foi introduzida uma aproximação à vertente metodológica, sob um ponto de vista mais teórico, numa unidade curricular já existente, contudo, só em 2009, surge a primeira unidade curricular (UC) dedicada ao desenvolvimento dum projeto em ambiente interdisciplinar, juntando alunos envolvidos em todas as especialidades do projeto [8].

O *Interdisciplinary Collaborative BIM Studio* aparece assim como uma alternativa ao *design studio* de arquitetura do 5º ano, o que permitia a estes alunos optar por desenvolver o seu projeto do semestre em equipas multidisciplinares, segundo uma filosofia de projeto integrado. O interesse dos alunos de arquitetura teve um papel essencial na introdução desta variante no seu plano de estudos, dado que esta UC fora originalmente concebida apenas para os alunos de engenharia, arquitetura-engenharia e arquitetura paisagista. Ao longo de quinze semanas, os grupos têm como principal objetivo conceber um projeto, segundo um processo iterativo com base nos *inputs* da área de cada elemento, fomentando uma compreensão global do edifício por todos. A primeira tarefa consiste na realização dum Plano de Execução BIM, no qual se delineiam objetivos de equipa, tarefas, responsabilidades, calendários, requisitos, entre outros parâmetros continuamente atualizados. Durante o desenvolvimento do projeto, os estudantes de arquitetura são responsáveis pela coordenação da equipa, paralelamente às habituais funções enquanto projetistas. O método de trabalho aplicado, *Integrated Project Delivery*, tem por base um modelo virtual BIM partilhado por todos, sendo o programa e localização semelhante ao dum projeto real, fornecido pelos gabinetes de projeto e construção responsáveis. Apesar de partirem de pressupostos idênticos, são esperadas novas propostas de projeto, confrontadas periodicamente com a dos autores, permitindo aos alunos tirar elações e atingir os padrões de qualidade exigidos (custos, tempos, eficiência energética). O processo de avaliação baseia-se no grau de interoperabilidade atingido entre as diferentes disciplinas, visível na qualidade da proposta final [9].

BSc (Hons) Architecture, University of Salford, Reino Unido

Apesar da heterogeneidade das abordagens de ensino nas diferentes instituições, o BIM já é um denominador comum à grande maioria. Na University of Salford foi criado recentemente, em 2014, um curso de arquitetura, onde este recurso já está introduzido no plano curricular. No BSc (Hons) Architecture, os alunos são conduzidos através dum ensino prático com recurso às últimas tecnologias digitais em ambiente colaborativo. Cada ano letivo é composto por seis módulos de ensino, com diferentes aproximações ao BIM. Logo no primeiro ano de curso é estabelecido contacto através do módulo *Principles of Architectural Structures*, explorando ferramentas para modelação, visualização e análise de estruturas em *softwares* BIM [7].

Apenas no ano seguinte surge a primeira abordagem à vertente metodológica no módulo *Multidisciplinary Project 2*, através da possibilidade de desenvolver o projeto de arquitetura desse semestre em colaboração com os alunos dos restantes cursos da escola (*Quantity Surveying, Building Surveying, Construction Management e Architectural Technology*). Agrupados em equipas multidisciplinares, pretende-se que os alunos reflitam sobre o seu papel durante o processo de trabalho e integrem um maior número de variáveis na criação dum objeto arquitetónico, representado num modelo digital e utilizando o formato IFC para troca de

informação entre diferentes intervenientes. A natureza deste módulo contextualiza os desafios enfrentados por um profissional da área, estimulando competências interpessoais, para uma boa gestão de equipa, essenciais à prática da arquitetura. No mesmo semestre existe ainda outra experiência colaborativa em ambiente BIM - *Performance Modelling and Integrated Design*, mas apenas entre alunos de arquitetura. O objetivo do módulo consiste no desenvolvimento dum modelo BIM, com requisitos de sustentabilidade ambiental mais rigorosos, no qual se implementam estratégias de Projeto Integrado, que contribuem ativamente para encontrar uma solução de projeto mais informada e sustentada. A metodologia de trabalho assenta nas capacidades que estes *softwares* oferecem para a simulação energética e avaliação de várias hipóteses, com base em fatores que afetam a qualidade do projeto (materiais, estrutura, sistemas de redes e soluções construtivas) [7].

License - Master en Architecture, École Nationale Supérieure d'Architecture de Toulouse, França

Com o plano estratégico do Governo Francês para a modernização do setor [4], as instituições de ensino superior foram incentivadas a refletir sobre os seus planos curriculares. Em alguns casos este processo já estava a decorrer, tal como na École Nationale Supérieure d'Architecture de Toulouse. Nesta escola de arquitetura, a tecnologia BIM surge pela primeira vez em 2006, durante o 3º ano de curso, numa unidade curricular optativa - *Maquettes numériques et nouvelles pratiques de collaboration*, que consiste num exercício prático de modelação 3D e posterior otimização dum edifício existente. A partir de plantas, cortes e alçados do projeto, é criado um modelo BIM, que é encaminhado para os alunos do curso de arquitetura-engenharia, para que estes calculem o seu consumo energético. Entretanto, os alunos de arquitetura extraem do modelo áreas e quantidades para, na posse da informação já fornecida pelos seus colegas, proporem alterações às soluções construtivas adotadas e tornar o edifício mais sustentável do ponto de vista energético. Este exercício, que de forma muito simplificada representa uma situação de Projeto Integrado, demonstra de que forma a interação entre a arquitetura e as disciplinas associadas afeta a qualidade do projeto, despertando os alunos para a integração de informação no ato de projetar [10].

Em 2013, surge uma nova opção dentro da unidade curricular de 4º ano *Séminaire*, sob o nome *Architectures Numériques*, na qual se refletem questões originadas pela complexa relação entre a forma e a informação, no contexto da produção arquitetónica em ambiente digital e ainda os novos modos de experienciar e interagir com a realidade. O programa divide-se em duas fases: na primeira, *Maquettes numériques (BIM)*, formam-se grupos de alunos para levar a cabo a conceção conjunta dum projeto de arquitetura virtual, que deve ser trabalhado presencialmente e *online*, fazendo uso das capacidades dos *softwares* e plataformas digitais (*Moodle*) para partilha de informação. Este exercício implica o desenvolvimento de competências de modelação, gestão de informação, colaboração à distância, controlo de qualidade (usando o *software Solibri Model Checker*) e apresentação, através de modelos IFC BIM. A segunda etapa, designada por *Architectures paramétriques* assenta numa investigação teórica que incide sobre um dos problemas decorrentes do processo de trabalho, o que serve de tema para a elaboração duma dissertação escrita [11].

Apesar de se inserir no *curriculum* apenas em unidades curriculares optativas, o BIM é explorado sob várias vertentes durante o curso, tendo vindo a registar um número de alunos inscritos cada vez maior, o que pode vir a desencadear novas alterações ao *curriculum* para atender a este interesse [7].

Mestrado Integrado em Arquitetura, ISCTE-Instituto Universitário de Lisboa

Apesar do 1º Fórum Académico BIM, em 2015, ter demonstrado um nível de implementação nas instituições presentes, que varia entre o ausente e consciente, existem algumas exceções, nomeadamente a Universidade do Minho, na engenharia e o ISCTE-IUL na arquitetura [12]. Quando em 1999, a licenciatura em arquitetura do ISCTE-IUL tem o seu arranque efetivo, os ateliers de arquitetura atravessavam uma transformação ao nível da sua cultura de trabalho, com a consolidação do computador e de ferramentas informáticas, como o CAD e o MS Office. A conjuntura na esfera profissional acabaria por influenciar a definição do *curriculum*, com unidades curriculares direcionadas à aprendizagem dos novos recursos informáticos de apoio à conceção e representação dos projetos de arquitetura (*AutoCAD*, *3D Studio* e *Architectural Desktop*). Poucos anos depois, na sequência da aquisição dos direitos do *software Revit*, por parte da Autodesk, principal empresa de distribuição de *software* para arquitetura, a sua adoção generalizou-se rapidamente, tendo chegado a Portugal inicialmente como formação pós-laboral, dirigida aos graduados em arquitetura e engenharia e no ano seguinte, em 2003, ao ISCTE sob a forma duma unidade curricular obrigatória. O processo de ensino-aprendizagem desta componente do plano de estudos, a figurar no 1º semestre do 3º ano, baseava-se na exposição e demonstração teórica de casos de estudo, paralelamente à experimentação do programa por parte do aluno, na realização individual dum exercício prático de modelação 3D, dum projeto de arquitetura existente. Uma vez concluída esta fase, eram exploradas algumas das potencialidades dos *softwares* BIM, nomeadamente a extração automática de peças desenhadas, mapas de quantidades, áreas, perspetivas, etc. Por concentrar capacidades de *softwares* já ensinados em outras UC's, o *Revit* acabaria por vir a substituir o *Autocad 3D* e o *3D Studio*. Com a passagem para Mestrado Integrado (2008), a UC mantém-se na mesma posição e com um programa constante. A partir do ano letivo 2018/2019, esta unidade curricular deverá ser alocada para o 2º semestre do 1º ano. Esta decisão, que surge como proposta dos docentes envolvidos na subárea das tecnologias da representação, visa promover uma maior familiarização dos alunos com estas novas ferramentas, em detrimento das ferramentas CAD, comparativamente menos eficientes num contexto de mercado [7].

Análise comparativa com os casos de estudo

Quando comparado com os casos de estudo apresentados, a implementação do BIM no MIA não registou grandes evoluções, desde o aparecimento da unidade curricular que lhe é dedicada (2003), sendo apenas explorada a vertente de modelação 3D. Por oposição, no curso de arquitetura da Penn State University, desde a implementação da unidade curricular correspondente (2005) verificaram-se rápidas alterações no *curriculum* do curso, através da introdução de novas UC's que abordam e trabalham as várias dimensões deste conceito. Relativamente à distribuição destes conteúdos no *curriculum*, é na University of Salford onde o BIM se apresenta mais transversal, ao longo dos anos e das áreas científicas. O impacto da disseminação deste tipo de ferramentas e metodologias de trabalho traduz-se num maior domínio e conseqüente utilização por parte dos alunos, sendo por isso um dos principais recursos ao exercício de projeto. Contrariamente, no MIA o BIM apenas é trabalhado de forma isolada numa unidade curricular pertencente à área científica de Desenho, durante um semestre do 3º ano, aproximadamente a meio do curso. Por esta altura, os alunos já têm experiência

consolidada no *software* que lhes é ensinado desde o 1º ano, o *AutoCAD* e, como tal aparentam estar menos recetivos à inclusão dum novo processo de trabalho, apesar das suas vantagens. Segundo a matriz de impacto de Williams & Lee [13], para avaliação da implementação do BIM no ensino superior, os três cursos de arquitetura internacionais analisados coincidem na categoria *curriculum*, com o nível “introduzido”. Contudo, a abrangência desta classificação para este parâmetro carece de especificidade. A proporção de unidades curriculares com conteúdos BIM ou a maior relação com a área de projeto determinam a sua posição dentro deste nível. A ENSA de Toulouse, quando comparada à Penn State University e à University of Salford neste aspeto, ressalta como aquela com o nível “introduzido” mais baixo, uma vez que no *curriculum* do seu curso de arquitetura apenas figuram duas unidades curriculares dedicadas, ambas de carácter optativo e sem qualquer vínculo direto com projeto. Também no ISCTE se verifica o nível introduzido para este parâmetro. No entanto, dadas as características já apresentadas, é perceptível o desfasamento com os exemplos citados [7].

O Futuro do BIM no *curriculum* do MIA do ISCTE-IUL

Com o advento anunciado da Indústria 4.0 e todas as implicações que esta acarreta na profissão do arquiteto, as instituições de ensino devem estar recetivas a uma reflexão sobre o futuro dos seus *curricula* de arquitetura. O BIM veio criar um conjunto de novas funções dentro dum atelier ou mesmo novos cargos como o BIM Manager, o que pode ser entendido como novas oportunidades, num mercado que já manifesta certo grau de saturação. Ainda assim, o ensino da arquitetura não pode ser suplantado por estas tecnologias e métodos de trabalho, correndo o risco de se tornar um ensino preponderantemente técnico.

A partir dos argumentos supracitados e recordando os países estudados, considera-se que um desenvolvimento curricular possível para os próximos anos poderá conter semelhanças com estes casos de estudo. A sua análise permitiu traçar um percurso que segue a mesma direção, ainda que a diferentes velocidades e com especificidades próprias, cujo ponto de partida está centrado na aprendizagem de modelação 3D em BIM de edificações. Depois de alcançado um certo domínio neste nível, verificou-se uma evolução para questões de índole mais operativa, através das quais o verdadeiro potencial do BIM pode ser experienciado e entendido. O aparecimento duma unidade curricular com foco nesta metodologia é também defendido por Kensek (2012), citado por Gu e de Vries [14], ao estabelecer três níveis de implementação do BIM no ensino: nível básico ou geral (Tecnologias), nível avançado (Processos) e nível profissional (Indústria), aos quais faz corresponder respetivamente unidades curriculares obrigatórias, unidades curriculares optativas e conferências/ workshops facultativos.

Seguindo estes traços, a criação duma nova unidade curricular no curso de arquitetura poderia não exercer grande influência nas UC's de projeto, tendo em conta o carácter maioritariamente individual dos exercícios. Contudo, é possível antever importantes vantagens decorrentes da sua inserção, tais como: potenciar o interesse dos alunos, promovendo assim a sua investigação científica dentro da instituição; aumentar as possibilidades de mobilidade e flexibilidade no mercado de trabalho internacional; criar um fator de diferenciação no currículo, com repercussões positivas ao nível da empregabilidade nacional dos recém-formados, durante os próximos anos e consequentemente contribuir para o avanço do país na implementação do BIM.

Condicionantes à implementação

Como em todos os exemplos estudados, a definição desta unidade curricular resulta também da adaptação aos vários condicionantes do curso e da própria universidade. Devem por isso,

considerar-se os seguintes fatores: estrutura do *curriculum*, infraestruturas pedagógicas, cultura do departamento e/ou escola, corpo docente e ainda conjuntura do país.

A compressão do currículo resultante do processo de Bolonha (2008) dificultou a inserção de novas unidades de ensino, em particular no 1º ciclo. O 2º ciclo, com dezoito créditos atribuídos a optativas, aparenta ser mais propício à inclusão da proposta.

Relativamente às infraestruturas, é de salientar os laboratórios de informática, devidamente equipados e o centro de investigação dedicado às tecnologias de informação e comunicação, o ISTAR-IUL, favorável a parcerias entre os cursos da ISTA, Escola de Tecnologias e Arquitetura. Do ponto de vista prático, a ausência de outros cursos ligados à área da construção no ISCTE, impossibilita uma colaboração entre diferentes disciplinas da construção, donde se depreende que a abordagem seguida teria de ser intradisciplinar, apenas entre alunos do curso. Quanto ao corpo docente, a maioria não detém experiência profissional segundo os moldes da metodologia BIM, embora conscientes quanto à sua existência, com exceção de alguns professores ligados às tecnologias da representação, que realizam investigação na área.

Em termos de implementação geral do BIM no país [2], verifica-se um atraso comparativamente a outros países, no entanto as exigências do mercado internacional, a vontade manifestada pelos ateliers de projeto e o aparecimento de programas de incentivo podem estar na base dum processo de transformação da cultura de trabalho, que vai de encontro à prática internacional e que poderá exercer influência ao nível do ensino.

Proposta de alteração ao *curriculum*

Partindo do plano traçado para o *curriculum* do curso nos próximos anos, com base nos casos de estudo e das condicionantes inerentes ao próprio curso torna-se possível apresentar uma proposta mais sólida para a introdução duma segunda unidade curricular sobre BIM. Dedicada à vertente colaborativa, esta UC seria semestral, optativa (6 ECTS) e estaria integrada na área de Tecnologias da Arquitetura, durante o 2º ciclo. De modo a assegurar a sua viabilidade, seria necessário um certo número de alunos, pelo que alunos de 4º e 5º ano poderiam inscrever-se e frequentar simultaneamente estas aulas. Quanto ao docente, existiria a possibilidade de designar um dos professores investigadores em BIM para o cargo, porém o desejável neste caso seria convidar um arquiteto com experiência de trabalho na área. Os objetivos gerais para esta unidade curricular são apresentados na tabela 1.

Tabela 1: Objetivos Gerais da UC proposta

OG1	Apresentar uma nova metodologia de trabalho que afeta a profissão do arquiteto e compreende grandes transformações no setor da construção
OG2	Desenvolver nos estudantes, competências de trabalho colaborativo através das capacidades desta tecnologia
OG3	Incentivar o pensamento crítico da arquitetura em ambiente de equipa
OG4	Promover a reflexão do papel individual e coletivo do arquiteto
OG5	Desenvolver capacidades de planeamento e gestão de tarefas a curto e médio prazo
OG6	Organizar e estruturar informação afeta ao processo de trabalho
OG7	Introduzir os alunos na análise crítica de metodologias de trabalho BIM, no seu confronto com outras mais tradicionais e as suas potencialidades em arquitetura

No final desta UC, é esperado que o aluno tenha alcançado os objetivos de aprendizagem apresentados na tabela 2, definidos em função dos objetivos gerais.

Tabela 2: Objetivos de Aprendizagem da UC proposta

OA1	Estruturar um plano de execução de trabalhos de projeto
OA2	Gerir os objetivos propostos no plano de execução para cumprimento do mesmo
OA3	Produzir modelos tridimensionais dum projeto de arquitetura desenvolvido em equipa, utilizando <i>software</i> BIM, como o <i>Revit</i> ou o <i>ArchiCAD</i>
OA4	Armazenar e partilhar informação relativa ao modelo, através de servidores online e formatos IFC
OA5	Editar simultaneamente um modelo tridimensional partilhado entre utilizadores
OA6	Utilizar <i>softwares</i> BIM para suporte ao projeto através da rápida simulação de opções
OA7	Extrair documentação do projeto (peças escritas e desenhadas) a partir do modelo 3D
OA8	Utilizar <i>softwares</i> BIM para representação e apresentação dum projeto de arquitetura
OA9	Descrever e analisar as implicações da metodologia de trabalho no desenvolvimento do projeto de arquitetura, na profissão do arquiteto e no ciclo-de-vida dum edifício

Quanto ao programa, este estaria organizado pela ordem de conteúdos programáticos presentes na tabela 3.

Tabela 3: Conteúdos Programáticos da UC proposta

CP1	Introdução ao conceito de interoperabilidade em ambiente BIM
CP2	Introdução ao formato de partilha de informação IFC
CP3	Coordenação de modelos BIM
CP4	Introdução à prática da gestão da informação através dum Plano de Execução BIM
CP5	A aplicação do BIM na Arquitetura
CP6	A aplicação do BIM na construção e gestão de edifícios
CP7	Modelação 3D com <i>Revit</i> e/ ou <i>ArchiCAD</i>
CP8	Simulação 4D/5D e análise dos resultados

Relativamente à avaliação, esta seria contínua e periódica (apresentações intermédias e final), refletindo o trabalho de grupo desenvolvido ao longo do semestre e a contribuição individual de cada elemento. A avaliação de grupo (70%) estaria assim organizada do seguinte modo: (1) aplicação dos conceitos inerentes à metodologia BIM na concretização dum projeto de arquitetura – 50%; (2) produção duma versão simplificada dum Plano de Execução BIM – 20%. A componente individual (30%) seria aferida através de (3) uma reflexão crítica sobre o processo de trabalho, suportada por uma base teórica – 30%.

Por último, o processo de ensino aprendizagem seria estruturado como se mostra na tabela 4.

Tabela 4: Processo de Ensino-aprendizagem da UC proposta

PA1	Exposições orais de enquadramento ao tema e aos conteúdos programáticos
PA2	Participação de especialistas convidados na exposição de temáticas pontuais e apresentação de casos práticos
PA3	Realização dum exercício prático, em grupo, ao longo do semestre, com acompanhamento do docente
PA4	Apresentação periódica e no final do semestre do exercício desenvolvido
PA5	Realização dum exercício individual sobre o processo de trabalho efetuado

Conclusão

A escassez de profissionais qualificados para trabalhar segundo a metodologia *Building Information Modelling* tem vindo a ser colmatada nos últimos anos, em parte através das instituições de ensino superior, quer através da introdução de novos conteúdos nas estruturas curriculares dos cursos de arquitetura e engenharia, quer através da criação de cursos especializados, em formato de pós-graduação. Desta formação resulta um conjunto de profissionais mais aptos para enfrentar os desafios decorrentes da digitalização do setor da construção, na contínua atualização das profissões de arquiteto e engenheiro, mas também no domínio de novos cargos de modelador 3D em ambiente BIM ou gestor de processo tecnológico - *BIM Manager*.

As abordagens de introdução do BIM em cursos de arquitetura são um reflexo da interação entre a conjuntura tecnológica do país e as condicionantes da instituição e do próprio curso. A Indústria é a grande responsável pela transformação do setor, repercutindo-se no meio académico. A nível nacional, existem já cursos de arquitetura com unidades curriculares centradas neste tema, no entanto apenas incidem sobre as ferramentas de modelação 3D, associadas aos *softwares* BIM, estando por regra desligadas do restante *curriculum*. Esta abordagem ao BIM enquanto recurso pedagógico, ainda um pouco limitada, representa o reconhecimento da sua importância na formação das novas gerações de profissionais.

O aparecimento recente, em 2017, dum curso técnico superior profissional sobre “Modelação em Gestão de Informação em Edifícios”, no Instituto Politécnico de Viana do Castelo, pode ser um indício de caminho do BIM em Portugal, ao nível do ensino. Este curso visa formar especialistas em processos de trabalho BIM, que irão intervir diretamente no mercado da arquitetura e das engenharias, apesar da sua formação superior não ter por base nenhuma destas áreas. Na modelação em BIM é necessário possuir e aplicar o conhecimento de edificação. Poderão existir modeladores 3D sem esse conhecimento e experiência? E a gestão do processo BIM poderá estar a cargo de técnicos sem conhecimentos de arquitetura? Será mais sensato introduzir a especialização BIM após uma formação base em Arquitetura?

O ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa é um dos exemplos nacionais, onde o BIM ocupa uma posição na estrutura curricular do curso de arquitetura, sob a forma duma unidade curricular obrigatória. Quando comparado com os cursos de arquitetura escolhidos como casos de estudo percebe-se o desfazamento existente, dado que em todos eles o ensino das ferramentas já permitiu a evolução para o patamar seguinte, na realização de exercícios de projeto com base nesta metodologia de trabalho interoperativa.

O BIM, tal como descrito neste artigo, deve ser encarado como um conjunto de transformações que irão afetar todo o setor, no qual se insere a Arquitetura, e como tal, os agentes envolvidos

neste processo devem estar cientes das suas implicações. A proposta apresentada para alteração ao *currículum* do curso vai de encontro a estas premissas e assenta nas reflexões e conclusões encontradas durante o 1º Fórum Académico BIM, realizado em 2015. Propõe-se assim criar uma nova unidade curricular no curso, optativa, durante o mestrado, baseada num modelo de ensino teórico-prático, onde o BIM é utilizado como metodologia de trabalho para realização dum exercício de projeto, explorando o real significado deste conceito. Através dum modelo de colaboração intradisciplinar, os alunos seriam incentivados a desenvolver competências de gestão do processo, ao mesmo tempo que refletem sobre as suas implicações no desenvolvimento do projeto.

Agradecimento

O segundo auto agradece o apoio do Projeto UID/MULTI/4466/2016

Bibliografia

- [1] J. C. P. Cheng and Q. Lu, “A review of the efforts and roles of the public sector for BIM adoption worldwide,” *J. Inf. Technol. Constr.*, vol. 20, no. October, pp. 442–478, 2015.
- [2] M. Venâncio, “Avaliação Da Implementação De Bim – Building Information Modeling Em Portugal,” Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2015.
- [3] ONS/ IST, “CEN/TC 442,” 2017. [Online]. Available: <http://www.ct197.pt/index.php/homepage/cen-tc442>. [Accessed: 14-Apr-2017].
- [4] PTNB, “Operational Roadmap,” Paris, 2015.
- [5] R. Sacks and E. Pikas, “Building Information Modeling Education for Construction Engineering and Management. I: Industry Requirements, State of the Art, and Gap Analysis,” *J. Constr. Eng. Manag.*, vol. 139, no. 11, 2013.
- [6] M. B. Barison and E. T. Santos, “BIM Teaching Strategies: An Overview of the Current Approaches,” *Proc. Int. Conf. Comput. Civ. Build. Eng. 2010*, no. 2008, p. 577, 2010.
- [7] M. Pepe, “O BIM no Ensino da Arquitetura em Portugal,” ISCTE-IUL, 2017.
- [8] J. Messner, “BIM in Education. The Story of BIM Adoption at Penn State.” 2008.
- [9] R. Holland, S. Wing, and D. Goldberg, “Interdisciplinary collaborative BIM Studio,” *BIM Acad. Symp.*, 2013.
- [10] Mediaconstruct, “Enseignement à l’ENSA Toulouse: une réussite,” 2013. [Online]. Available: <http://www.mediaconstruct.fr/sinformer/blog-du-bim/post/4202/enseignement-a-l-ensa-toulouse-une-reussite>. [Accessed: 08-Sep-2017].
- [11] ENSA Toulouse, “Livret de l’ étudiant 2015-2016.” Toulouse, 2015.
- [12] F. Teixeira Bastos and A. Aguiar Costa, “O Ensino do BIM em Portugal,” *Construção Magazine n°69*, Porto, pp. 40–46, Sep-2015.
- [13] A. Williams and T. Lees, “Building Information Modelling Teaching Possibilities,” *Centre for Education in the Built Environment*, Manchester, Sep-2009.
- [14] N. Gu and B. de Vries, “Two Approaches to Implementing BIM in Architectural Curricula,” in *Digital Physicality - Proceedings of the 30th eCAADe Conference (Vol. 1)*, 2012, vol. 1, pp. 39–48.