

Introdução do BIM no ensino da Arquitetura: Lições aprendidas

<https://doi.org/10.21814/uminho.ed.164.50>

Francisco Teixeira Bastos¹

¹ CITUA, Centro de Inovação para o Território, Urbanismo e Arquitetura, Instituto Superior Técnico, Lisboa, ID 0000-0002-8166-7426

Resumo

A proliferação acelerada do BIM no sector da AEC leva a que os futuros profissionais tenham de aprender continuamente novas tecnologias, fluxos de trabalho e protocolos. Essa aprendizagem deve ser iniciada na fase de licenciatura ou mestrado, despoletando um processo de assimilação de conceitos teóricos e de aplicação prática que será aprofundado ao longo da vida profissional.

A introdução do ensino BIM no meio académico, apesar de ser um processo de mudança difícil e de encontrar ainda resistência na sua implementação, torna-se urgente para assegurar que os novos profissionais integrem o mercado de trabalho conscientes e treinados neste paradigma.

Neste sentido, em 2023, criou-se uma Unidade Curricular do 4.º ano do Mestrado Integrado de Arquitetura de BIM, no Instituto Superior Técnico, na continuidade do ensino/aprendizagem de desenho digital e de modelação geométrica 3D, promovido nos anos anteriores. Esta iniciativa visa promover o contacto dos estudantes com o paradigma BIM, tendo por objetivo contaminar gradualmente o desenvolvimento de projeto em todos os anos curriculares e ao longo do tempo, caminhar para um ensino integrado no currículo da escola.

A aprendizagem assenta em três vetores distintos: (1) ensino de fundamentos teóricos do BIM; (2) seminários de apresentação de casos de estudo, por parte de profissionais arquitetos especialistas em BIM, formados no IST; e (3) aplicação do BIM num projeto selecionado de uma edificação existente. É descrita a implementação e a organização da Unidade, são apresentados os resultados obtidos e conclusões que poderão contribuir para implementações idênticas no ensino universitário e melhoramentos futuros.

1. Introdução

A Modelação da Informação da Construção (BIM) consiste numa nova abordagem que transforma por completo tanto a conceção, como a construção e a utilização e manutenção do ambiente construído. É essencial que todas as partes interessadas do sector da construção, arquitetos e engenheiros projetistas, construtores e donos de obra, de entre outros, aprendam a vasta gama de conceitos, ferramentas e fluxos de trabalho que o BIM contempla. É igualmente imperativo promover a formação BIM de todos os atores envolvidos para que possam adquirir os conhecimentos e as competências necessários para gerar produtos BIM e satisfazer os respetivos requisitos [1].

A adoção alargada da Metodologia BIM na AEC e os avanços da 4.^a Revolução Industrial são cada vez mais sustentados por abordagens de partilha e colaboração que, ao entrarem na corrente dominante, têm alterado gradualmente a mentalidade de trabalho e mesmo a necessidade dos modelos proprietários do passado [2].

O processo de ensino/aprendizagem do BIM não pode alhear-se desta abertura, que é essencial para desbloquear estas novas e enormes oportunidades e pode estar relacionada com os próprios dados de construção ou com o acesso aos mesmos. Impõe-se assim que a formação na academia dos futuros arquitetos abranja um vasto leque de conceitos teóricos, tando da metodologia BIM como da sua aplicação de um modo aberto. Igualmente, é necessário que a aprendizagem se sustente numa ligação forte com a indústria que possa demonstrar ferramentas e fluxos de trabalho BIM em ação real. Esta combinação de formações, teórico-práticas, acompanhada por exercícios práticos de modelação geométrica e de informação que reforçam a sedimentação da metodologia apreendida, são a base do programa da nova Unidade Curricular, BIM para a Arquitetura, ministrada no 4º ano do Mestrado Integrado de Arquitetura, no Instituto Superior Técnico, cujo objetivo é o de formar futuros projetistas e profissionais de arquitetura.

Esta iniciativa de inserir uma unidade de BIM no currículo do Mestrado Integrado em Arquitetura, em continuidade com outras unidades que abordam o desenho digital e de modelação geométrica 3D, tem em vista atingir em alguns anos um ensino totalmente integrado no currículo da escola, à semelhança de outras universidades europeias que tiverem um hiato de cerca de 7 anos entre a introdução da primeira Unidade dedicada e o ensino de BIM de forma totalmente integrada [3], [4].

2. O quadro internacional para do ensino de BIM em Arquitetura

Demonstra-se que o facto de muitas Universidades estrangeiras terem adotado o ensino do BIM nos Cursos de Arquitetura na primeira década deste século, permitiu-lhes evoluir na consolidação desse ensino, acompanhando as evoluções tecnológicas e as mudanças consequentes na indústria da AEC, oferecendo hoje programas que integram o BIM no currículo do curso, nomeadamente na Unidade de projeto.

Um caso de sucesso é a evolução dos programas de ensino BIM em Universidades como a *Penn State University*, nos Estados Unidos da América, em que passaram, de uma Unidade BIM oferecida no 2.º em 2004 até ao *Interdisciplinary Collaborative BIM Studio* do 5.º ano, em menos de uma década [5]. Outro exemplo é o da *BSc (Hons) Architecture, University of Salford*, no Reino Unido, que integrou o BIM no plano curricular do curso de arquitetura, desde 2014, onde todos os anos são introduzidos conceitos e ferramentas cada vez mais avançados, desde a conceção até à 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) [6]. Também em França na *École Nationale Supérieure d'Architecture* de Toulouse, França, a tecnologia BIM surgiu pela primeira vez em 2006 no License - Master en Architecture, durante o 3.º ano de curso, numa unidade curricular optativa e mais tarde foi reforçada por outra unidade curricular de 4.º ano em 2013, onde o BIM é explorado sob várias vertentes, facto que tem aumentado o interesse dos estudantes e promovido alterações ao curriculum [7] ou ainda na *Faculty of Architecture, Czech Technical University*, onde o BIM é ensinado desde 2006, no 1.º e 2.º anos do curso, sendo o último opcional [8].

3. O panorama nacional para o ensino de BIM em Arquitetura

Ao contrário, em Portugal, se o 1.º Fórum Académico BIM, em 2015, evidenciou um nível de implementação muito baixa presença da Metodologia BIM nas instituições universitárias presentes, quer no conhecimento Docente, como na aprendizagem discente, variando entre o ausente e consciente, [9], em investigação recentemente publicada [10] demonstrava-se a “existência de uma discrepância entre o perfil atual do recém Arquiteto e a forma como este se adapta ao mercado de trabalho, em relação com as necessidades da indústria”, concluindo “ser urgente a introdução de unidades curriculares obrigatórias sobre usos BIM, conceitos teóricos, para além da aprendizagem de conceitos de modelação e softwares, nos Mestrados Integrados em Arquitetura para criar recém licenciados capacitados para integrar o mercado de trabalho com conhecimentos BIM adequados às suas necessidades” [11].

A introdução desta Unidade no MA do IST, acompanha o esforço nacional de implementar o BIM no seio dos Mestrados. Apesar de um pouco tardiamente em relação a outros países europeus, americanos e asiáticos que implementaram o ensino do BIM na década passada, são várias as Universidades que oferecem atualmente Unidades de conteúdos BIM para Arquitetura, integradas nos seus Mestrados Integrados. São Exemplo disso a FAUP, com PROJECTO BIM, de 4.º e 5.º Ano [12], FA-UC, com BIM para Arquitetura e Construção, opcional de 5.º ano [13] ou o ISCTE-IUL, com Sistemas de Construção I, de 2.º ano, integrada na área de Tecnologias da Arquitetura [14].

Recentemente, a Universidade do Minho abriu um curso de especialização BIM [15] e o ISCTE passou a oferecer a licenciatura em Tecnologias Digitais, Edifícios e Construção Sustentável, [16]. No entanto, estas ofertas, apesar de aceitarem inscrições de

alunos formados em arquitetura, são autónomas da formação em arquitetura, tendo por objetivo formar BIM-Managers, focados na gestão, afastando-os de uma aprendizagem dirigida para o projetista.

4. BIM para a Arquitetura do MA-IST

De acordo com Techel e Nassar, que em 2007 observaram que uma integração mais abrangente do BIM no ensino produz melhores resultados do que um curso especializado em BIM [17], optou-se, por integrar gradualmente Unidades de conteúdos BIM no Mestrado de Arquitetura do IST, começando por uma Unidade Curricular de BIM semestral optativa (3ECTs) no 4º ano, pelo facto de estar precedida por outras, ministradas em anos anteriores, onde as ferramentas CAD e as ferramentas de modelação são já ensinadas e exercitadas. Por outro lado, entendemos apenas fazer sentido introduzir conteúdos que ligam a conceção com a construção na fase Mestrado, uma fase mais avançada da aprendizagem do projeto.

Dessa forma, acredita-se que o facto de exercitar a modelação geométrica e da informação em simultâneo com a assimilação de conceitos e conteúdos teóricos enquadra-se no modelo teórico da aprendizagem experiencial desenvolvido por (Kolb, 1984) [18], segundo o qual toda a aprendizagem - a absorção de conhecimentos - implica a criação de estruturas mentais, ou processos reflexivos, a partir da experiência.

4.1. Objetivos da Unidade Curricular

Esta UC tem por objetivo principal, enquadrar disciplinarmente a Arquitetura associada à exploração do projeto pelas ferramentas computacionais, através da adoção de uma nova metodologia de trabalho, cada vez mais presente na prática da indústria da AEC. Esse facto implica que os estudantes adquiram, por meio dessa tecnologia capacidades de organização, modelação, trabalho colaborativo e consciência individual do seu papel, enquanto parte de um grupo.

Igualmente, transmitir e sedimentar os seguintes conceitos da metodologia BIM, associada ao desenvolvimento de projeto de arquitetura: ciclo de vida da construção, modelo de informação paramétrico, modelação orientada por objetos; objeto, classe ou família, nível de maturidade BIM, entre outros.

Desenvolver capacidades de conceção pelo domínio dos elementos-base modeladores da forma arquitetónica por via digital, da inserção da informação nesses elementos e das relações entre essa informação e a passagem do projeto à sua concretização real. Também, exercitar o domínio da tridimensionalidade, da visualização e da comunicação de formas e estruturas espaciais de forma integrada, contendo informação para a construção e desenvolver capacidades de reflexão, pesquisa e autoaprendizagem; geração, registo e transmissão de ideias e soluções.

Procura-se assim atingir que os estudantes desenvolvam ou aperfeiçoem as seguintes capacidades: a) análise crítica e reflexiva das vantagens e constrangimentos da

metodologia BIM, face às metodologias tradicionais, b) emprego da metodologia BIM nas suas múltiplas vertentes de planeamento do projeto, de organização e estruturação da informação e da correta modelação dos elementos da construção, incluindo a criação de famílias de objetos, e a inclusão da informação requerida nos entregáveis.

4.2. Metodologia de ensino

Na Unidade proposta, o método de ensino/aprendizagem assenta em três vetores distintos que se complementam: (1) o ensino de fundamentos teóricos do BIM; (2) a apresentação de casos de estudo da indústria, por parte de profissionais arquitetos especialistas em BIM, formados no IST; e (3) a aplicação da metodologia BIM num projeto selecionado de uma edificação existente. Dado a Unidade pertencer ao 2.º ciclo, esta é lecionada em língua inglesa.

Metodologicamente, optou-se por acionar todos os vetores em simultâneo, sendo atribuído, em um período idêntico de 1 hora, em cada aula semanal. As matérias teóricas cruzam-se com as apresentações dos especialistas, de forma articulada, de modo que sejam apresentadas práticas que, progressivamente vão apresentando maior complexidade de matérias envolvidas. A componente prática assenta no pressuposto que cada hora de experimentação em sala de aula é complementada por duas a três horas de estudo autónomo de desenvolvimento do projeto.

O projeto baseia-se em projetos de habitação unifamiliares simples em que todas as unidades desenvolvidas fazem parte de um mesmo conjunto. A partir de um conjunto de projetos reais, em que existem bases desenhadas da arquitetura e das estruturas, os estudantes têm de os modelar nas várias fases de desenvolvimento, partindo da modelação do terreno e implantação de volumetria, passando pelo desenvolvimento de objetos BIM, até à fase de definição de detalhe construtivo e dos materiais. Cada tipologia de habitação e respetivas repetições é desenvolvida em grupos de 4 ou 5 estudantes, assegurando a prática de abordagens de partilha e colaboração, sendo da responsabilidade do grupo a coerência de todo o material produzido, compreendendo o modelo BIM, a organização da informação para ser partilhada e as entregas de informação em formato PDF.

4.2.1. Vertente teórica

Esta UC tem carácter preparatório da transição do processo de Projeto de Arquitetura em meio académico para o meio profissional. Procura-se mostrar a extensão e os limites da abordagem da Arquitetura por via de processos digitais.

A vertente teórica tem por objetivo dar a conhecer aos estudantes todas os conceitos que compõem a metodologia BIM para que compreendam que a mudança para o paradigma digital acarreta uma série de mudanças operativas, de ferramentas, de fluxos, mas acima tudo de *Mindset*. Os conteúdos dividem-se em três grandes áreas: a) Enquadramento Disciplinar, b) Forma Arquitetónica e c) Processo Digital de Projetar em Arquitetura.

Em termos organizacionais, os conteúdos teóricos, dividem-se em 11 Módulos que se distribuem pelas 14 semanas do semestre, deixando umas sessões livres para momentos discussão e avaliação conjuntas.

Tabela 1: Módulos de conteúdos programáticos da UC

1	Why BIM - BIM is not software. Communication Process
DISCIPLINARY FRAMEWORK	
2	What is BIM - basic concepts: Process, Tools, Paradigm, Parametric, Information Model, construction Lifecycle
3	BIM Requirements , Terms and Definitions
4	BIM Maturity Levels – Policies, Processes and Technology
ARCHITECTURAL FORM	
5	BIM OBJECTS (FAMILIES) – How does it work. Generating and modelling elements, Object oriented modelling
6	Classification of Information – reglementary basis
DIGITAL PROCESS OF PROJECTING IN ARCHITECTURE	
7	BIM Functions and Uses – for what purpose we do a model
8	Project Structuring – Structure of information. Concept of Process Map (IDM)
9	Levels of Information – Project Phases. Level of Detail and Level of Development (LOD) Exchanges od Information.
10	Simulation and sustainability – Practical cases
11	BEP – BIM Execution plan. BIM Standardization

4.2.2. Vertente de casos de estudo da indústria

Tendo a percepção que a Indústria da AEC se antecipou à academia no que diz respeito à adoção BIM, em particular, que a Internacional igualmente se antecipou em relação à nacional e que os estudantes do IST têm tido, desde o início do curso de Mestrado em Arquitetura uma aceitação muito grande nos mercados de trabalhos especializados, quer nacionais, quer internacionais, a organização das apresentações teve por base uma *call*, por via do LinkedIn, em que se questionou a disponibilidade e o interesse em antigos estudantes do Instituto Superior Técnico, partilharem com os estudantes da UC, as suas experiências em trabalhar dentro da Metodologia BIM.

Das 13 respostas obtidas, 9 foram viabilizadas e organizadas em função da dimensão da estrutura em que operavam e do tipo de conteúdos que desenvolvia, articulando-as com a cadência dos conteúdos teóricos. Destaca-se a importância de cinco destes arquitetos trabalharem na área de projeto de arquitetura e seis trabalharem em empresas de grande projeção e impacto no desenvolvimento de soluções BIM, das quais, duas cumulativamente na área do projeto de arquitetura.

Outros profissionais, não formados pelo IST também responderam ao desafio, quer por convite direto, quer por via da plataforma, demonstrando o interesse que quem está no meio profissional tem em participar em ações de formação e divulgação do BIM. Das várias respostas, foram selecionados quatro oradores que perfaziam áreas não abordadas: dois que desenvolveram as potencialidades das ferramentas digitais de modelação, um que expôs a prática da utilização do BIM na construção,

nomeadamente na fase de preparação e construção e uma oradora que expôs as potencialidade do BIM na simulação e controlo de sustentabilidade da edificação, ao nível do projeto.

Tabela 2: Oradores convidados por parte da Indústria, que apresentaram casos de estudo

Arquitectos Oradores	Nome	Empresa			Projeto		consultoria		Saúde
	Empresa	Própr	Nacion	Estrang	Arq	Eng	Constr	Tecn	(Proj const)
Mariana Bobone	Lato Project	0	0		0				
Duarte Pape	Paralelo 0 Architect.	0	0		0				
João Pedro Fonseca	Quadrante		0		0				
Sara C N Morgado	RH+ Architect.			0	0				
Mariana Duarte	J. Nouvel Architect			0	0				
Raquel M. Santos	Bollinger+ Grohman			0		0			
Car. Passos -Anishetty	Mace			0			0		
Pedro Alvito	Trimble Consult.			0				0	
Rita Nogueira	Vamed			0					0
Gonçalo Valente	IN BIM		0		0				
Pedro Ferreirinha	HCI Constr.		0		0	0			

Outros Oradores	Nome empresa	Empresa Estrangeira	Consultor,implement e formação soluções Fabricante Software	Centro Universitário Investigação
M Teresa Ferreira	Ceris-IST			0
Nuno Santos	ASIDEK	0	0	

Com este leque de oradores, conseguiu-se abranger a maioria dos tópicos importantes da metodologia aplicados na prática, tanto nas fases de projeto, como da construção, como ainda da exploração.

4.2.3. Vertente prática

A vertente prática, demonstrou-se de início bastante ambiciosa, pois baseou-se no princípio de que a matéria aprendida anteriormente em outras UCs seria imediatamente utilizada na resolução de problemas no BIM para a Arquitetura. A expectativa seria a de que os estudantes fossem incluindo os ensinamentos dos conteúdos teóricos no exercício de projeto, para alcançar o objetivo principal inicial de obter modelos de informação BIM, organizados e consistentes, das habitações unifamiliares que desenvolveram.

Para esse efeito, também a vertente prática foi desenhada de modo a ter o apoio de uma antiga aluna do MA do IST, que domina o software já utilizado pelos estudantes com acesso livre pelo IST, o REVIT, e assegurou assim o papel de agilizar o uso dos conhecimentos anteriores e atualizá-los no que diz respeito ao uso da ferramenta.

Foram disponibilizadas as bases de arquitetura e estruturas de quatro projetos Tipo distintos de habitação unifamiliares térreas T3, com uma área de cerca de 140 m², bem como o levantamento topográfico e os arruamentos do conjunto. Neste caso, cada projeto Tipo é repetido cinco vezes, ao longo de um arruamento, facto que criou a oportunidade que cada grupo desenvolvesse uma tipologia definida previamente tanto em trabalho colaborativo como de modo individual, possibilitando uma avaliação ampla de diferentes critérios para cada grupo de projetos.

Acompanhando o decorrer das aulas teóricas e dos casos de estudo, a atividade prática desenvolveu-se, progressivamente, numa primeira fase, a modelação do terreno, dos arruamentos, das plataformas de implantação das habitações e jardins e as volumetrias das habitações num modo genérico, extraíndo-se quantidades de terreno modelado, de área e volumetria de construção.

Numa segunda fase desenvolveram-se todos os projetos gerais das habitações e definiram-se elementos de construção tipo observados nos projetos reais – portas exteriores e interiores, janelas, envidraçados, equipamentos fixos, etc. – tendo em atenção o nível de desenvolvimento (LOD) requerido para esta fase, não só para o modelo em três dimensões como principalmente no controlo das peças desenhadas de plantas, alçados e cortes que constituem os entregáveis regulamentares num projeto de Licenciamento. Nesta fase e na sequente os grupos foram solicitados para apresentarem um mapa de processos da atividade de projeto, no que consistia às tarefas individuais e de grupo que foram sendo atualizados até ao final do processo.

A terceira fase consistiu na adequação do projeto geral às modificações solicitadas pelas definições de projeto de execução, relacionadas com a definição de espessuras de materiais e essencialmente com o confronto com o projeto de estruturas. Permitiu aos estudantes terem a consciência, através do *Clash detection*, da importância da compatibilização das diversas especialidades, o mais cedo possível no processo de conceção.

À medida que se foram aprofundando os projetos e de forma conciliada com a progressão de conteúdos teóricos, introduziu-se a necessidade de organizar os conteúdos digitais para desenvolver de forma correta o trabalho colaborativo, nomeadamente, para a criação do *Common Data Environment* e na estruturação da organização de pastas de cada elemento do grupo, apesar de não se ter conseguido nenhum software sem encargos financeiros para utilizar se trabalhar com CDE. Todo o trabalho colaborativo foi efetuado dentro das soluções *Autodesk* estudante, tendo sido utilizado como sistema de trocas de informação a Google Drive.

A quarta fase, consistiu no detalhamento dos nós construtivos definidores da especificidade de cada situação arquitetónica, por habitação, tarefa que foi desenvolvida

individualmente, a partir da observação do projeto e da respetiva escolha dos nós que foram considerados imprescindíveis para a correta construção de uma arquitetura de qualidade.

A última fase, a fase de síntese e fecho do projeto, resultou na elaboração de um *booklet* por grupo onde foram reunidos: a) os momentos-chave de cada um dos processos individuais e de grupo de projeto, b) os entregáveis das fases de projeto geral e projeto de execução, c) os mapas de processos e d) a estrutura das pastas digitais.

A atividade pratica da UC conclui-se com a apresentação por parte de cada grupo de todo o processo e dos resultados obtidos, bem como de uma discussão do funcionamento da UC, que se apresentou como de carácter experimental, em função das expectativas dos estudantes, da própria pertinência da sua existência no Mestrado Integrado e das possibilidades que a mesma abre para a inserção no mercado de trabalho.

A avaliação dos resultados do processo de projeto acompanhou as respetivas fases de desenvolvimento, sendo discriminados os critérios em avaliação em grelha própria. A apresentação dessa grelha teve como objetivo cada estudante ter a perceção da sua performance e das suas maiores dificuldades, podendo corrigir na fase seguinte.

Estava previsto que em cada fase se podia melhorar as entregas das fases anteriores, sendo conseqüentemente revista a avaliação, com o objetivo das avaliações não apresentarem um carácter punitivo. No entanto, este aspeto não foi trabalhado por nenhum estudante.

Tabela 3: Grelhas de critérios de avaliação por fases de desenvolvimento do projeto

PHASE 1 - 20%								Final PH 1	
Model	Collaboration	Process	Presentation	Delivery	Comments				
PHASE 2 - 40%								Final PH 2	
Building Pads	Floors	walls	Ceilings/ roofs	Family	Process	Deliver	Written assessment		
PHASE 3 - 40%								Final PH 3	
Compatibilization		Detail		Organ- ization	Booklet				Oral Present
Struct Arch + Struct	Detail Struct	info 2D	Info 3D		Project Deliver	Colabor ation	Process Comun ication		

4.3. Resultados

A comparação entre os resultados obtidos e a perceção dos estudantes obtida, quer pela discussão final quer pelos questionários formais dirigidos aos alunos, que o IST elabora no final do semestre, permite elencar uma série de considerações.

Em primeiro lugar, importa evidenciar a grande receptividade que os alunos tiveram à aprendizagem da metodologia BIM. Essa abertura foi acompanhada por uma constatação de que o BIM é uma metodologia que para ser dominada, importa ter bons conhecimentos teóricos sobre a mesma, aliados a uma proficiência no uso das

ferramentas digitais de modelação, de cálculo, de gestão da informação e de simulação, tendo um conhecimento alargado e constantemente atualizado de softwares. Só dessa forma se conseguem obter os conhecimentos e as competências necessários para gerar produtos BIM, satisfazendo os respetivos requisitos.

Os estudantes evidenciaram várias lacunas nos conhecimentos anteriormente adquiridos, necessários para corresponder convenientemente a uma UC que liga intimamente arquitetura a engenharia e a construção, facto que funcionou muitas das vezes como um constrangimento a uma progressão com maior ritmo. Em particular, o Esquicho foi utilizado como ferramenta de compreensão das situações construtivas antes de passar à sua modelação digital, facto que diminuiu o erro e o tempo de operação dos modelos BIM.

A falta de bases de conhecimento construtivo e tecnológico resultou em alguma dificuldade em assimilar alguns conteúdos teóricos, tendo os estudantes considerado que se apresentavam demasiadamente abstratos para serem utilizados. No entanto, foi reconhecido que quando eram convocados para a utilização dos novos conhecimentos na prática no exercício de projeto, demonstrou-se a tendência de nunca mais serem esquecidos.

Como consequência da falta de tempo de assimilação desses conteúdos, observou-se que todos os trabalhos entregues em todas as fases demonstraram falhas em alguns aspetos, variando de aluno para aluno, facto que não é alheio ao método adotado do “aprender, fazendo” que se crê ter maiores resultados pedagógicos na apreensão do erro como modo de aprendizagem.

Em relação à organização da UC, os estudantes apresentaram uma apreciação muito positiva quanto à lecionação do programa previsto (83%), à sua estruturação (67%), à bibliografia e materiais de apoio que foram considerados muito adequados (83%) e ao método de avaliação (91%), centrado na aplicação dos conhecimentos no desenvolvimento do projeto.

A maioria considerou ainda que a UC contribuiu bastante para a aquisição e desenvolvimento das competências, especificando sempre muito positivamente o facto de contribuir para: a) desenvolver o conhecimento e compreensão do BIM (100%), b) aumentar a capacidade de aplicar o conhecimento adquirido sobre o tema (84%), c) desenvolver o sentido crítico e a capacidade de reflexão sobre o BIM (92%), d) promover a capacidade de cooperação e comunicação (83%) e finalmente e), aumentar a capacidade de aprendizagem autónoma (92%).

Como resultado global da UC os estudantes comprometeram-se em tentar aplicar a metodologia no desenvolvimento do projeto final de 5.º ano, por terem entendido as vantagens de trabalhar de forma integrada em relação aos métodos tradicionais, facto que ainda se encontra por apurar.

5. Conclusões

O carácter experimental com que a UC foi apresentada conseguiu obter junto dos estudantes uma grande disponibilidade para a aquisição de novos conhecimentos. O seu empenhamento em corresponder positivamente ao desafio de incluir os ensinamentos dos conteúdos teóricos no exercício de projeto, teve como consequência que se obtiveram resultados muito satisfatórios na generalidade dos casos. Transmitiram que conceber e projetar arquitetura, modelando e dominado a informação produzida, permite um maior controlo e coerência do projeto.

No entanto, a consciência da dificuldade da conciliação dos conteúdos teóricos com a prática da metodologia BIM, alertou-os para o facto de uma necessidade constante de formação e atualização de conteúdos: tecnológicos, técnicos e legais.

Em conclusão, considera-se a experiência francamente positiva e a ser continuamente aperfeiçoada. Tendo em vista que a UC foi concebida com o intuito de formar futuros projetistas de arquitetura em BIM, e tendo a convicção que, em geral, o estudante de 4º ano do curso de arquitetura ainda não tem conhecimentos suficientemente consolidados da relação da arquitetura com a engenharia e a construção, apontam-se vários aspetos a serem melhorados na próxima edição: a) criar um Módulo inicial de relação da arquitetura com a engenharia e a construção, como modo de sensibilizar os estudantes para a necessidade de dominar as interdependências criadas; b) introduzir pequenos questionários de avaliação de conteúdos teóricos após três conjuntos de módulos que relacionem os conceitos com a sua aplicação prática, para aferição da aquisição dos mesmos e c) introduzir maior variedade de ferramentas de modelação para praticar mais largamente o trabalho colaborativo em modo aberto.

Espera-se que a aprendizagem dos erros cometidos permita, num futuro próximo, uma consolidação efetiva do modo de veicular a metodologia BIM ao ponto de poder interligar-se com as UCs de Projeto de Arquitetura. Apenas desse modo se caminhará para a integração plena no Currículo do Mestrado em Arquitetura do IST, acompanhando a tendência das Universidades dos países mais desenvolvidos nessa área, passo imprescindível para estar a par dos avanços que a indústria e a regulamentação nacional estão a dar.

Agradecimentos

Este trabalho é financiado por fundos nacionais através da FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia, I.P., no âmbito do projeto UIDB/05703/2020 da unidade de investigação CiTUA.

Referências

- [1] Succar, B (2012) BIM Education. Bim In Practice. Australian Institute of Architects
- [2] Sakkas, N., Yfanti, S. (2021). Open data or open access? The case of building data. Academia Letters, Article 3629. <https://doi.org/10.20935/AL3629>.
- [3] Vinšová, I., Achten, H.; Matějovská, D., (2015) Integrating BIM in Education: Lessons Learned, CAAD Education – Applied – Volume 2, Czech Technical University in Prague
- [4] Pillay, A. N., Gumbo, B. T., Musonda, C. I., (2019), Discovering the level of BIM Implementation at South African Architecture Schools: A qualitative study Creative Construction Conference 2019, Budapest, Hungary
- [5] 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.), 2.º congresso português de Building Information Modelling. (pp. 674-656). Lisboa
- [6] Idem
- [7] Idem
- [8] Vinšová, I., Achten, H.; Matějovská, D., (2015) Integrating BIM in Education: Lessons Learned, CAAD Education – Applied – Volume 2, Czech Technical University in Prague
- [9] Bastos, F. T., Costa, A. A., “O Ensino do BIM em Portugal”, Construção Magazine no 69, Porto, pp. 40-46, Sep-2015
- [10] Rua, C., Bastos, F.T, Costa, A.A., (2022) Coleção Atas. vol. 1. do 4.º Congresso Português de Building Information Modelling. Miguel Azenha, José Carlos Lino, José Granja, Bruno Figueiredo, João Poças Martins (editores), pp. 38-49.
- [11] Idem
- [12] https://sigarra.up.pt/faup/pt/UCURR_GERAL.FICHA_UC_VIEW?pv_ocorrencia_id=472366
- [13] <https://apps.uc.pt/courses/PT/unit/94843/22123/2023-2024>
- [14] <https://fenix.iscte-iul.pt/disciplinas/03824/2024-2025/1-semester/fuc?locale=pt>
- [15] <https://civil.uminho.pt/ensino/cursos-de-especializacao/curso-bim/>
- [16] <https://www.iscte-iul.pt/course/409/bachelor-bsc-in-digital-technology-and-sustainable-built-environment/studyplan>

- [17] Techel, F and Nassar, K 2007 'Teaching Building Information Modeling (BIM) From a Sustainability Design Perspective', Em'body'ing Virtual Architecture: The Third International Conference of the Arab Society for Computer Aided Architectural Design (ASCAAD 2007), 28-30 November 2007, Alexandria, Egypt, pp. 635-650
- [18] Kolb, D. (1984) *Experiential Learning*, Englewood Cliffs, New Jersey