GRAPHICA 2024 Inteligências em simbiose
XV International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design

ESTRATÉGIAS PEDAGÓGICAS PARA ENSINO DE BIM: UMA PRODUÇÃO COMPARTILHADA E AUTORREGULADA DA APRENDIZAGEM

PEDAGOGICAL STRATEGIES FOR BIM EDUCATION: A COLLABORATIVE AND SELF-REGULATED APPROACH TO LEARNING

CORREA, Luciano de Vasconcellos[1],
BORTOLINI, Rafaela[2],
SANTOS, Mariana Wardelmann[3],
SILVA JUNIOR, Luciano Padilha[4],

Resumo

Este estudo aborda um Projeto de Ensino (PE) que gera materiais didáticos multidisciplinares para a modelagem de edifícios utilizando a tecnologia de Modelagem da Informação da Construção (BIM). Integrado ao Projeto Célula BIM do Curso de Arquitetura e Urbanismo de uma universidade pública no Brasil, o PE não se concentra em um único software BIM, como o Revit®, mas tem como objetivo transmitir estratégias gerais de modelagem BIM. O projeto incentiva os alunos a se tornarem autônomos em sua aprendizagem e a desenvolverem habilidades de autorregulação. A abordagem busca motivar os alunos, reforçar suas crenças de autoeficácia e aprofundar sua compreensão dos processos de aprendizagem autorregulada. Até o momento, foram desenvolvidas lições que abrangem desde os fundamentos da modelagem BIM até a representação gráfica arquitetônica, a análise solar e a expansão da interface interdisciplinar do curso com disciplinas como Representação Digital em BIM. Esse currículo visa fornecer aos alunos uma compreensão holística da tecnologia BIM, ao mesmo tempo que estimula o pensamento crítico e habilidades de resolução de problemas. Através dessa abordagem multifacetada, o PE se esforça para equipar os alunos com as ferramentas necessárias para se destacarem no campo da arquitetura e urbanismo, promovendo inovação e excelência em seus futuros projetos.

Palavras-chave: BIM, ensino em AEC, aprendizagem autorregulada, tecnologia, arquitetura.

Abstract

This study delves into an Educational Project (EP) aimed at creating comprehensive teaching resources for building modeling using Building Information Modeling (BIM) technology. Embedded within the BIM Cell Project of a public university's Architecture and Urbanism Course in Brazil, this EP diverges from a singular focus on specific BIM software like Revit. Instead, its objective is to instill general BIM modeling strategies. The EP aims to foster student autonomy in learning and cultivate self-regulatory skills. By adopting this approach, the project endeavors to inspire students, bolster their self-efficacy beliefs, and deepen their comprehension of self-regulated learning processes. Thus far, the project has developed lessons encompassing various aspects, ranging from the basics of BIM modeling to

[1] Universidade Federal de Pelotas, ORCID 0000-0002-6118-7468 luccianovasconcellos@gmail.com

[2] Universidade Federal de Pelotas, ORCID 0000-0002-6911-4423 bortolinirafaela@gmail.com

[3] Universidade Federal de Pelotas, ORCID 0009-0009-9343-9592 mariwsantos@gmail.com

[4] Universidade Federal de Pelotas, ORCID 0009-0006-7086-7488 lucipadilha3@gmail.com

architectural graphic representation, solar analysis, and expanding the interdisciplinary dimension of the course with subjects such as Digital Representation in BIM. The curriculum aims to provide students with a holistic understanding of BIM technology while encouraging critical thinking and problem-solving skills. Through this multifaceted approach, the EP strives to equip students with the necessary tools to thrive in the field of architecture and urbanism, promoting innovation and excellence in their future designs.

Keywords: BIM, AEC education, self-regulated learning, technology, architecture.

1 Introdução

O presente trabalho apresenta as ações desenvolvidas no âmbito de um Projeto de Ensino (PE) que desenvolve material didático multidisciplinar relacionado à modelagem da edificação em software de tecnologia BIM (*Building Information Modeling*). Esse PE é uma ação integrada ao Projeto Célula BIM do Curso de Arquitetura e Urbanismo de uma Universidade pública do sul do Brasil. Dadas as características do PE, o material didático é composto por lições propostas por alunos de graduação do curso de Arquitetura e Urbanismo e orientados por dois professores responsáveis pelo projeto e que são lotados no Departamento de Arquitetura e Urbanismo. Com base na estratégia de implementação da Célula BIM, o PE não consiste em desenvolver lições que busquem ensinar a utilização de um software específico de modelagem 3D, como, por exemplo o Revit®. O material didático busca desenvolver um trabalho de fundamentação que dê aos estudantes uma visão acerca da melhor maneira de realizar uma modelagem, a qual seja adequada para gerar informações satisfatórias posteriormente, tendo como principal foco a Modelagem de Informação.

Integram o projeto de ensino estudantes de diferentes semestres, mesmo sem experiências prévias com qualquer software de modelagem 3D. Os alunos selecionados para o programa cursavam do terceiro ao quarto semestre. O segundo ingresso de alunos contou com 3 alunos do segundo semestre sem nenhuma experiência prévia no uso de ferramentas BIM. A filosofia do projeto de ensino é que alunos sejam encorajados a desenvolver sua autonomia e a desenvolverem estratégias autorregulatórias de aprendizagem. Para isso, não é requisito de ingresso no projeto que os estudantes tenham domínio completo do tópico. Foi o caso de uma estudante que ingressou no PE sem conhecer o software e, de forma autônoma, trabalhou no aprimoramento e revisão de lições já elaboradas. Essa abordagem pedagógica busca explorar a regulação motivacional dos alunos participantes, ampliando seus conhecimentos, reforçando suas crenças de autoeficácia e dando aos estudantes a compreensão do processo para que sejam capazes de mobilizar e monitorar estratégias que

venham a aumentar, manter ou modificar, de forma positiva, sua própria motivação (Paulino; Silva, 2012)

A metodologia de desenvolvimento do PE consiste em reuniões semanais da equipe, nas quais os estudantes apresentam seu plano de desenvolvimento da lição, suas ideias e, posteriormente, realizam o desenvolvimento. Os professores orientam os tópicos técnicos de acordo com a pesquisa da célula BIM, a qual estabelece as diretrizes para criação do material. Foram elaboradas lições do básico da modelagem 3D, questões sobre representação gráfica arquitetônica e estudo solar, no âmbito dos objetivos da disciplina de Representação Digital em BIM. Buscando uma maior interface entre outras disciplinas, a primeira lição desenvolvida por uma das participantes consistia em apresentar os procedimentos de modelagem de estruturas em concreto armado moldado no local. A exemplo de cada lição foram necessários meses de pesquisa para a elaboração de um material que relata de forma fidedigna a modelagem desse tipo de estrutura. O objetivo era criar um modelo que atendesse às exigências de interoperabilidade e intercâmbio em formatos neutros, por exemplo o IFC (Sacks *et al.*, 2021). Isso se deveu pelo fato de buscar uma base teórica que abranja maior complexidade nos modelos, enfim, indo além das lições básicas. Participam da elaboração, verificação e aplicação das lições, os professores do curso que ministram as disciplinas para as quais as lições são desenvolvidas.

2 Células BIM e Projeto Integrado de Ensino

A ANTAC, sigla correspondente de Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente construído, se trata de um programa que integra pessoas e entidades envolvidas com a produção e transferência de conhecimento na área de tecnologia do ambiente construído. (Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2015).

A ANTAC coordena uma rede de Células BIM, presentes em instituições brasileiras de ensino em todo o Brasil. As Células BIM são grupos organizados de professores e alunos de uma instituição de ensino envolvidos na proposição e no desenvolvimento de um Plano de Implementação de BIM curricular em um ou mais cursos.

O Projeto Integrado de Ensino da Célula BIM da universidade dos autores tem como função a produção e disseminação de conteúdos e atividades educacionais relacionadas a metodologia BIM (Modelagem da Informação da Construção), no âmbito universitário. Dessa forma, relaciona-se com o projeto integrado de pesquisa por meio da criação de um conjunto de atividades e materiais que visam proporcionar à reflexão e melhoria dos processos de ensino e aprendizagem no contexto da graduação. Seu principal papel é a criação de conteúdos que auxiliem nos temas da graduação com foco na criação de modelos da informação, ampliação dos canais de disseminação das práticas BIM, aprofundamento dos

conhecimentos pré-existentes dos estudantes participantes da célula e impulsionamento da implementação da metodologia como forma de autorregulação da aprendizagem dos alunos.

A produção de conteúdo se dá de forma colaborativa entre professores responsáveis pela célula e por alunos da instituição, que são auxiliados pelos professores na criação de materiais de ensino referentes a essa nova maneira de representação dos elementos construídos. O processo de criação dos conteúdos tem como atribuição uma metodologia com foco na autorregulação da aprendizagem segundo o modelo de Zimmerman (2013). Busca dar suporte aos ensinamentos associados a conhecimentos de diversas disciplinas do curso, com frequentes entrevistas e consultas aos demais professores da instituição como forma de apropriação de conhecimentos e alinhamento da produção dos materiais de ensino. Dessa forma, cria-se uma estrutura de ligação entre a prática BIM e os demais ensinamentos desenvolvidos na instituição de ensino.

O projeto de ensino integrado à célula BIM, cria para seus participantes uma vivência de exploração e aprimoramento de conhecimentos relacionados à prática da construção, tendo os programas BIM como reguladores dessa aprendizagem. Em paralelo, por meio da criação dos materiais são desenvolvidas atividades em que a aquisição e a transmissão de conhecimento de ensinos são frequentes em nesse âmbito, dessa forma, parte do tempo dos professores e alunos é dedicada a atividades que compreendem horas de ensino.

2.1 Autorregulação da Aprendizagem

A autorregulação da aprendizagem é um construto multidimensional que pode ser abordado a partir de seu ciclo regulatório conforme os alunos são autorregulados na medida em que são participantes metacognitivos, motivacionais e comportamentalmente ativos em seus próprios processos de aprendizagem (Zimmerman; Schunk, 2011). A autorregulação da aprendizagem vem sendo aplicada há quase trinta anos em diversos contextos de ensino para tentar compreender como os estudantes se engajam em tarefas de aprendizagem, lidam com fatores motivacionais, superam insucesso escolar etc. (Paulino; Sá; Silva, 2015). Entende-se por aprendizagem autorregulada aquela que resulta das variáveis cognitivas, motivacionais e comportamentais e, ao mesmo tempo as relaciona com variáveis de contexto de ensino e aprendizagem. A abordagem desses fatores conjuntamente se deve à busca pelo entendimento sobre como estudantes de forma deliberada e, principalmente, estratégica se engajam em uma tarefa (Zimmerman; Schunk, 2012).

Geralmente, a aprendizagem eficaz dos alunos requer uma combinação de métodos, incluindo palestras, "exercícios isolados e prática", aprendizagem cooperativa, uso de vídeos narrativos, bem como autoestudo baseado em problemas e guiado. (Adamu; Thorpe, 2016) Os vídeos oferecem melhores experiências de aprendizado aos alunos do que materiais de texto, porque ajudam a metacognição, ou seja, abordar a tarefa e avaliar seu desempenho.

Estudantes altamente autorregulados utilizam estratégias metacognitivas, como as estratégias de tarefas e figuras mentais, já os mal regulados não sabem abordar as tarefas de maneira estratégica (Zimmerman; Schunk, 2011). Ao incentivar autoaprendizagem guiada por tutoriais em vídeo, os alunos podem adquirir habilidades BIM por conta própria, com efeito *knock-on* em sessões de laboratório de computador que pode, então, concentrar-se na resolução de problemas (Adamu; Thorpe, 2016).

Atualmente o ensino de BIM parece seguir essa curva crescente de implementação já nos estágios iniciais dos cursos e dos projetos, o que permite que alunos lidem desde o início com cada elemento da construção integrando-os com relativa facilidade, se comparado aos processos por planos de seção (Morton, 2012).

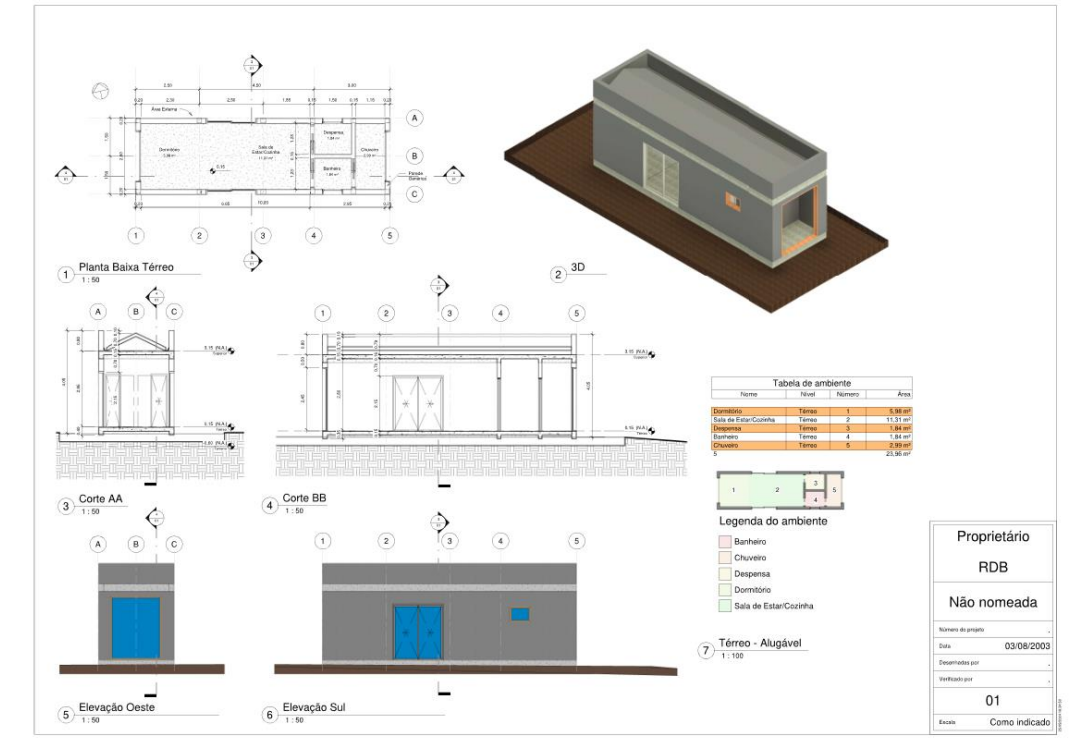
3 Metodologia

3.1 Fases pré-Célula BIM a elaboração de material pelo projeto de ensino

O projeto de ensino iniciou com base na elaboração de material didático para a disciplina de Representação Digital em BIM. Com a adesão do Curso de Arquitetura e Urbanismo à iniciativa das Células BIM, foi necessário proceder a ajustes e ampliação dos materiais de apoio didático. O projeto foi integrado ao programa de pesquisa Célula BIM e os alunos participantes do PE passaram a realizar tarefas nesse âmbito. As tarefas iniciaram com uma revisão de bibliografia, os alunos realizaram leituras em guias e bibliografias focadas em BIM. Não é critério de ingresso no Projeto de Ensino que os alunos conheçam os conteúdos ou que já tenham cursado alguma disciplina, então esta etapa serviu para que os estudantes criassem uma base de entendimento sobre BIM. Com base em seções de assessoramento e revisão dos pontos estudados, semanalmente, eram realizadas reuniões presenciais ou por vídeo chamada para orientar os alunos a fim de que pudessem atuar na revisão da bibliografia preliminar do material multimidiático para ensino. A revisão foi feita em duas etapas, primeiro iniciou-se pelos capítulos e temas referentes às etapas de modelagem utilizando o software Revit. Foi verificada a adequação às normas e aplicação de etapas e dicas para o começo da modelagem e, após isso, uma revisão ortográfica.

Posteriormente, foi iniciada a estruturação de lições de modelagem utilizando o software ArchiCAD (Graphisoft). Duas lições foram estruturadas por alunos diferentes, sob supervisão dos professores. O primeiro modelo trata-se de uma casa de um pavimento em um terreno plano (). A denominada Casa Refúgio não possui muita complexidade na modelagem, pois serve como um primeiro contato do aluno com o software e com a modelagem BIM.

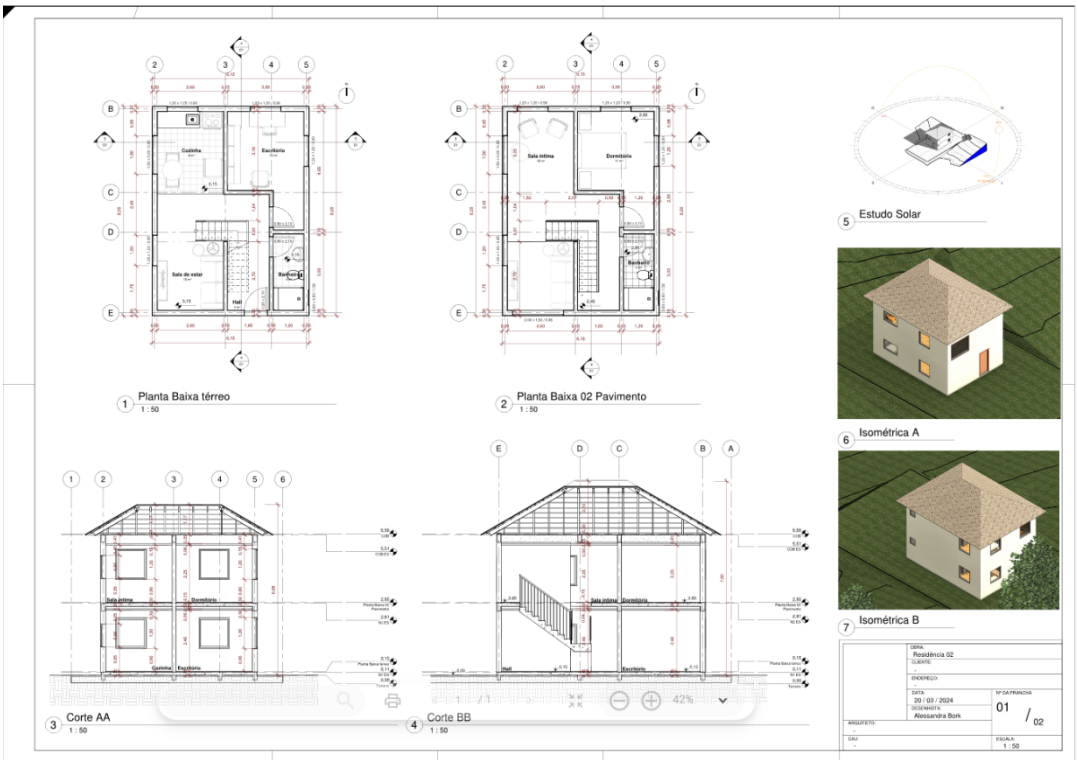
Figura 1 - Exercício 1 - Refúgio



Fonte: Autores, 2024.

Como exercício mais complexo, a segunda lição abordou a modelagem de uma casa envolvendo mais elementos, tais como, escada, cobertura inclinada e terreno com curvas de nível, conforme .

Figura 2 - Residência 2



Fonte: Autores, 2024.

As lições foram elaboradas de acordo com o modelo multinível onde o aluno possa planejar novas metas e avaliar problemas nas abordagens e estratégias escolhidas anteriormente. Para a fase em que o nível de regulação é o da observação, o tipo de regulação é a modelação, com motivação de reforço social, onde é exigida a presença do modelo, foi desenvolvida uma lição de modelagem de um refúgio, com cada passo descrito detalhadamente. Evoluindo para uma segunda lição, na qual os níveis de regulação são os de emulação e autocontrole até a terceira e última tarefa na qual os alunos são estimulados a se engajarem de forma autônoma em uma tarefa de modelagem por eles escolhida atendendo critérios comuns aos da edificação trabalhada na disciplina de Concreto Armado.

Na segunda lição foram trabalhados aspectos de pré-dimensionamento estrutural, emprego de vigas e pilares de concreto armado, composição de camadas de piso e paredes, estudo solar, localização geográfica. Portanto, houve um aprofundamento de questões de modelagem, com tarefas delimitadas e descritas sob a forma de um roteiro de modelagem. Paralelamente a essa modelagem, os alunos realizam a construção do modelo em BIM que será usado também na disciplina de Concreto Armado. Essa tarefa é orientada e os estudantes são estimulados a utilizarem estratégias metacognitivas de autorregulação.

Como fechamento das lições, os alunos são estimulados a desenvolver uma modelagem autônoma de uma residência de sua escolha que cumpra os mesmos requisitos que são utilizados na disciplina de Concreto Armado. Essa tarefa busca reforçar as crenças de autoeficácia dos estudantes. Para tanto, são disponibilizadas orientações extraclasse e acompanhamento semanal do desenvolvimento da tarefa. Como suporte à modelagem independente foram desenvolvidas lições específicas para concreto armado moldado no local.

3.2 Lição de integração entre disciplinas de mesmo semestre

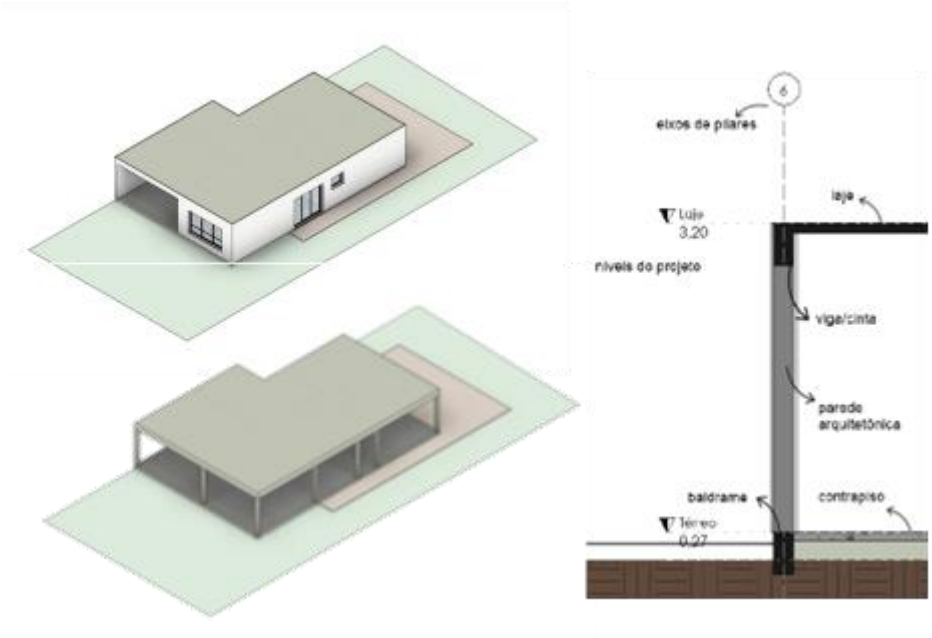
A terceira tarefa de modelagem da disciplina de Representação Digital em BIM foi uma das primeiras lições produzidas após a integração do Projeto de Ensino com a pesquisa da Célula BIM. A lição desenvolvida sobre estruturas em concreto armado (Figura 4), demandou alguns meses de pesquisa e execução. A metodologia para a produção do material se baseou em três fases: o planejamento, a pesquisa e o resultado, sendo este o material de ensino em formato escrito, resumido e de fácil compreensão.

Na etapa de planejamento, a participante do PE, em conjunto com os professores, através de orientações semanais, elaborou-se um cronograma em formato *storytelling* do que se esperava das etapas de produção da lição. Em seguida, as orientações continuaram, visando promover uma pesquisa para chegar a um consenso de qual o tipo de modelagem mais adequada dentro do software Revit (Figura 3) e qual a apropriada no software ArchiCAD (Figura 4). Essa pesquisa foi uma etapa fundamental, pois, através dela, buscou-se um

resultado onde houvesse aproveitamento das ferramentas do programa e uma modelagem apropriada para compatibilidade com outros programas de cálculo estrutural, utilizados na disciplina de Concreto Armado, promovendo assim a integração entre as duas disciplinas com alunos de mesmo semestre.

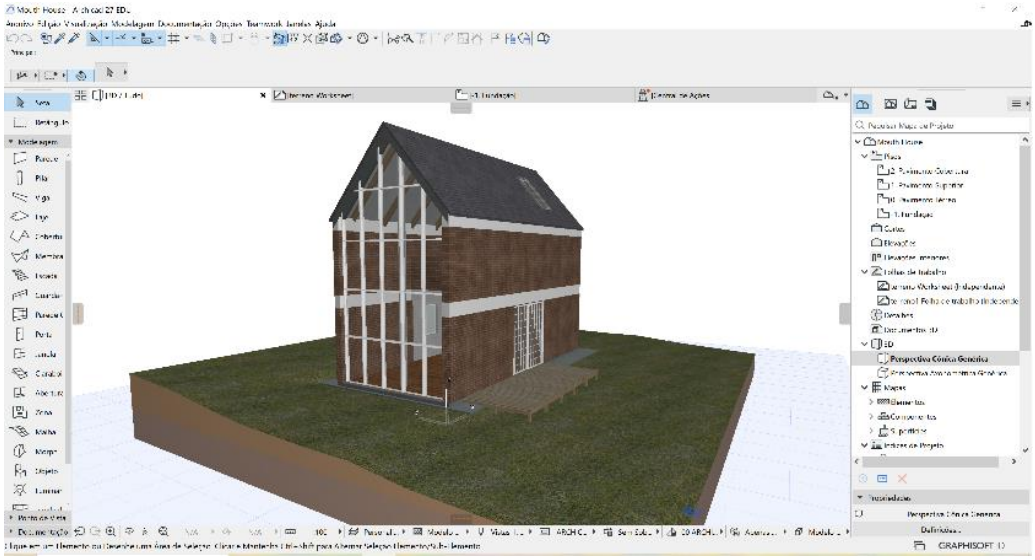
A fim de exemplificar o nível de detalhe das pesquisas semanais, foram levadas em consideração pequenas particularidades no sentido de especificações de modelagem. Uma das conclusões que se chegou foi que, quanto à modelagem das lajes, a melhor alternativa seria deixar o volume desse elemento por dentro das vigas, tanto para questões de cálculo estrutural em outros softwares, quanto para o cálculo de volume de concreto que pode ser realizado dentro do próprio Revit. Essas esmiúces foram essenciais para a qualidade final da lição como um todo, mostrando não apenas como posicionar elementos estruturais de acordo com as ferramentas do programa, mas também como fazer isso de forma correta para questões de informação do modelo, característica essa fundamental para uma representação em BIM.

Figura 3 – Lição de concreto armado para Revit



Fonte: Autores, 2024.

Figura 4 - Lição de concreto armado para ArchiCAD



Fonte: Autores, 2024.

3.3 Integração entre alunos de diferentes semestres

Diante da integração entre a Célula BIM e as demais disciplinas do curso, um processo que ainda está em andamento, estamos gradualmente fortalecendo a conexão com outras matérias do currículo. Recentemente, integramos o programa com uma disciplina que aborda conhecimentos e fundamentos para a definição de estruturas metálicas.

Com o objetivo de integrar a Célula BIM ao contexto da disciplina mencionada, realizamos uma conversação exploratória. Nessa etapa, os professores responsáveis pelo estudo e o professor responsável pela integração definiram parâmetros e níveis de aprofundamento para a montagem de uma lição que pudesse servir como um guia de disseminação de conhecimentos aos alunos e estimular sua autorregulação.

A elaboração desse material está em constante desenvolvimento, e buscamos entender a abordagem das questões construtivas do método, bem como suas peculiaridades. Assim, iniciamos uma pesquisa sobre as formas de disposição e conexão dos elementos que compõem o sistema estrutural metálico. A partir dessa pesquisa, elencamos as práticas mais comuns para essa tipologia dentro do contexto da construção civil.

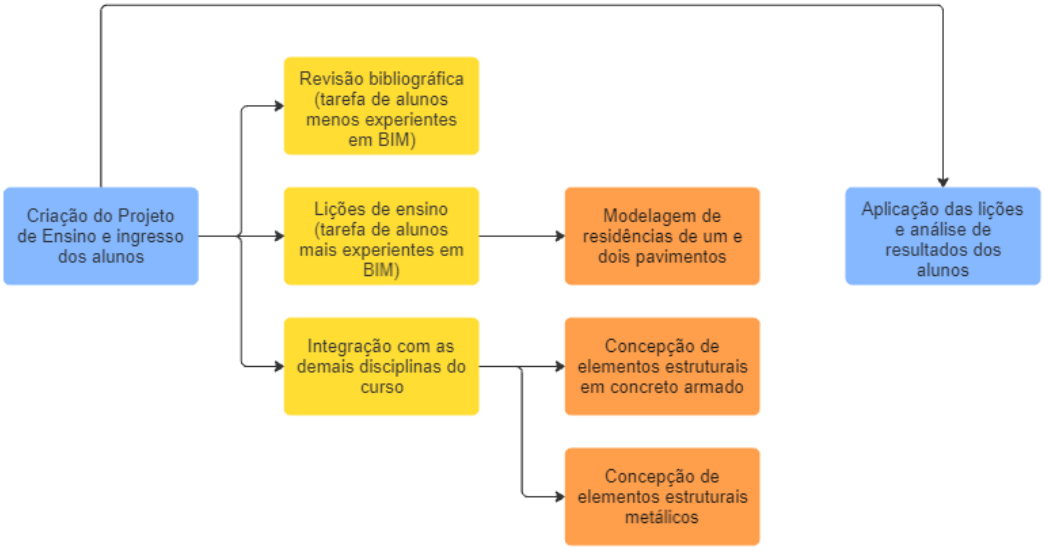
Com base na pesquisa e na definição dos tópicos que abordaríamos, procuramos identificar correlações com outras metodologias estruturais que são mais comumente abordadas nos estágios iniciais da graduação, estabelecendo conexões entre conceitos semelhantes na aplicabilidade e construção dessas estruturas em programas de modelagem da informação da construção.

Além disso, desenvolvemos protótipos estruturais para aprimorar a compreensão da modelagem do sistema de estruturas metálicas. Em algumas ocasiões, o sistema demonstrou a assertividade dos pensamentos e conceitos previamente definidos. No

entanto, também revelou algumas concepções equivocadas, tornando-se um agente de incentivo à autorregulação dos alunos participantes do projeto, permitindo que visualizassem inconsistências em seus processos projetuais.

Por fim, o projeto da lição de estruturas metálicas, devido à sua recente integração, está passando por processos de ajustes, formatações e finalizações para ser compartilhado com a comunidade acadêmica.

Figura 5 – Resumo da metodologia em fluxograma



Fonte: Autores, 2024.

3.4 Resultados

Os resultados das modelagens e dos desafios escolhidos pelos estudantes apresentam bons resultados, conforme os exemplos da figura 6 e figura 7.

Figura 6 - Exemplo de tarefa desenvolvida por acadêmico



Fonte: Autores, 2024.

Figura 7 - Exemplo de tarefa desenvolvida por acadêmico



Fonte: Autores, 2024.

4 Conclusão

O Projeto de Ensino foi focado em desenvolver materiais didáticos que abrangem diversas disciplinas com enfoque na disseminação do BIM curricular. A interdisciplinaridade é reforçada pela participação de vários professores no processo de elaboração do material, buscando promover a compreensão abrangente da tecnologia BIM. Outro ponto positivo a se destacar é que o PE incentiva os alunos a desenvolverem autonomia e habilidades de autorregulação. Ao não se limitar ao ensino de software específico, sejam Revit ou ArchiCAD, o projeto promove estratégias gerais de modelagem em BIM, permitindo que os alunos se tornem aprendizes autônomos e capazes de gerenciar sua aprendizagem e motivação.

A abordagem pedagógica aplicada no PE motiva os alunos a fortalecerem suas crenças de autoeficácia ao envolver os alunos na criação de materiais didáticos e na solução de problemas de modelagem BIM mais complexos, o projeto ajuda os alunos participantes a construírem a confiança em suas habilidades.

Através da criação de materiais didáticos detalhados e bem pesquisados, o PE contribui para a disseminação de conhecimentos sobre BIM. A produção de conteúdo, realizada de forma colaborativa entre professores e alunos, cria um ambiente de aprendizado cooperativo. Essas lições são recursos valiosos tanto para os alunos da disciplina como para a comunidade acadêmica.

Colaboradores

Todos os autores contribuíram na concepção, desenvolvimento e redação dos resultados deste trabalho.

Referências

ADAMU, Zulfikar A.; THORPE, Tony. **How universities are teaching BIM: A review and case study from the UK**. [*S. l.: s. n.*], 2016. Disponível em: http://www.itcon.org/2016/8http://www.itcon.org/2016/8. .

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO. [*S. l.*], 2015. Disponível em: https://www.antac.org.br/objetivos. Acesso em: 25 jul. 2023.

MORTON, David E. BIM: A Transformative Technology within the Architectural Curriculum in Schools of Architecture (Pedagogic Stages of Architectural Education and the Transformative Effect of BIM). **International Journal of 3-D Information Modeling**, [*s. l.*], v. 1, n. 4, p. 50–68, 2012.

PAULINO, Paula; SÁ, Isabel; SILVA, Adelina Lopes da. Autorregulação da Motivação: Crenças e Estratégias de Alunos Portugueses do 7º ao 9º Ano de Escolaridade. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, [*s. l.*], v. 28, n. 3, p. 574–582, 2015.

PAULINO, Paula; SILVA, Adelina Lopes da. Promover a regulação da motivação na aprendizagem. **Cadernos de Educação**, [*s. l.*], v. 42, p. 96–118, 2012. Disponível em: https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/caduc/article/view/2150/1967. Acesso em: 3 abr. 2023.

SACKS, Rafael *et al.* **Manual de BIM-: Um Guia de Modelagem da Informação da Construção Para Arquitetos, Engenheiros, Gerentes, Construtores e Incorporadores**. [*S. l.*]: Bookman Editora, 2021.

ZIMMERMAN, Barry J. From Cognitive Modeling to Self-Regulation: A Social Cognitive Career Path. **Educational Psychologist**, [*s. l.*], v. 48, n. 3, p. 135–147, 2013.

ZIMMERMAN, Barry J; SCHUNK, Dale H. Motivation: An essential dimension of self-regulated learning. *In*: MOTIVATION AND SELF-REGULATED LEARNING. [*S. l.*]: Routledge, 2012. p. 1–30. Disponível em: https://books.google.com.br/books?id=MDQLfOg0jX0C&printsec=frontcover&hl=pt-BR#v=onepage&q&f=false. Acesso em: 28 jul. 2023.

ZIMMERMAN, Barry J; SCHUNK, D H. Motivational sources and outcomes of self-regulated learning and performance. **Handbook of self-regulation of learning and performance**, [*s. l.*], v. 5, n. 3, p. 49–64, 2011.