



Proposta de projeto interdisciplinar integrado no curso de graduação em Engenharia Civil - experiência com disciplinas da área de estruturas

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2023.4206

Paulo Fernando Silva Sousa - paulofss92@gmail.com
Universidade Federal de Pernambuco

Mariella Falcão de Lima Oliveira Santos - mflos@poli.br
UPE

Resumo: *Com os desafios atuais no ensino de engenharia, faz-se necessário elaborar e promover propostas metodológicas de ensino que despertem motivação dos estudantes, para que eles possam viver experiências ao invés de apenas memorizar ou reproduzir conceitos baseados em abstrações. No contexto mais específico da graduação em Engenharia Civil, essas demandas por mudanças na relação ensino-aprendizagem têm sido especialmente debatidas e entendidas como necessárias nas disciplinas do eixo de Estruturas, o que pode ser explicado pelo elevado nível de abstração exigido, com conceitos de difícil compreensão e visualização. Nesse âmbito, a proposta metodológica discutida no presente trabalho se caracteriza como uma possibilidade de melhoria nessa aprendizagem. Partindo como exemplo a graduação em Engenharia Civil na Universidade de Pernambuco (UPE), as disciplinas de Teoria das Estruturas e Concreto 1 são ambas do eixo de Estruturas, obrigatórias, ministradas no mesmo semestre regular e com competências similares. Sendo assim, este artigo propõe a realização de um projeto interdisciplinar integrado entre essas duas disciplinas, de modo a proporcionar aos estudantes uma visão mais ampla das competências trabalhadas no seu curso de graduação, além de aproximá-los ainda mais de situações reais de projetos, em que os discentes precisam utilizar competências e ferramentas adquiridas em várias disciplinas do curso de graduação para atuar nas soluções dos problemas. Essa proposta é diretamente derivada de um projeto específico da disciplina de Concreto 1, que vem sendo desenvolvido há cerca de 2 anos na instituição, porém sem integração direta com a disciplina de Teoria das Estruturas. Assim, além de discutir a experiência exitosa em uma disciplina, este trabalho também discute a estratégia para integrar o projeto a outra disciplina do mesmo semestre.*

"ABENGE 50 ANOS: DESAFIOS DE ENSINO, PESQUISA E
EXTENSÃO NA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA"

18 a 20 de setembro
Rio de Janeiro-RJ



COBENGE
2023

51º Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia
VI Simpósio Internacional de Educação em Engenharia

Palavras-chave: projeto interdisciplinar. concreto. teoria das estruturas.

Realização:



Organização:



PROPOSTA DE PROJETO INTERDISCIPLINAR INTEGRADO NO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL - EXPERIÊNCIA COM DISCIPLINAS DA ÁREA DE ESTRUTURAS

1 INTRODUÇÃO

A reforma das Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) para os cursos de engenharias, em 2019, se constitui como uma oportunidade para promover a modernização dos currículos dos cursos de graduação (OLIVEIRA, 2019). Nesse contexto, Filho *et al.* (2019) destacam a importância de elaborar e promover propostas metodológicas de ensino que despertam motivação e interesse dos estudantes, no sentido de que eles possam viver experiências e não apenas memorizar ou reproduzir conceitos baseados em abstrações.

No contexto mais específico da graduação em Engenharia Civil, essas demandas por mudanças na relação ensino-aprendizagem têm sido especialmente debatidas e entendidas como necessárias nas disciplinas do eixo de Estruturas (SOUSA; MELO; SOUZA, 2022; OLIVEIRA; OLIVEIRA; BARBIRATO, 2022). Sousa, Melo e Souza (2022) discutem que grande parte das dificuldades de aprendizagem enfrentadas pelos estudantes de mecânica das estruturas, importante disciplina do eixo de Estruturas na graduação em Engenharia Civil, pode ser explicada pelo elevado nível de abstração exigido, com conceitos de difícil compreensão e visualização. Adicionalmente, o forte apelo físico-matemático demandado nessas disciplinas pode também dificultar bastante o aprendizado por parte dos estudantes, conforme destacam Oliveira, Oliveira e Barbirato (2022).

Ainda nesse âmbito, Rebello e Leite (2015) destacam a importância de demonstrar aos estudantes a ligação clara entre teoria e realidade, ou seja, entre aqueles conteúdos trabalhados em disciplinas de estruturas e o projeto estrutural de fato. Rebello e Leite (2015) também complementam, indicando que esse distanciamento entre teoria e prática, aliado à formação por vezes exageradamente técnica dos professores, tende a provocar nos estudantes uma sensação de que aquilo que lhes é ensinado não tem aplicação ou sentido.

É precisamente nesse contexto de propor estratégias que motivem, engajem e mostrem sentido prático aos estudantes que se situa a proposta metodológica discutida neste trabalho. Partindo como exemplo a graduação em Engenharia Civil na Universidade de Pernambuco (UPE) (ESCOLA POLITÉCNICA DE PERNAMBUCO, 2020), as disciplinas de Teoria das Estruturas e Concreto 1 são ambas do eixo de Estruturas, e são ministradas como obrigatórias do 7º período regular do curso.

Além de serem ministradas no mesmo semestre, o Projeto Pedagógico do curso evidencia a interligação entre as competências trabalhadas nessas duas disciplinas: enquanto na disciplina de Teoria das Estruturas espera-se que os estudantes sejam capazes de calcular os esforços em vigas hiperestáticas, por exemplo, em Concreto 1 é esperado que esses mesmos estudantes sejam capazes de projetar vigas que resistam a esses esforços, calculados na outra disciplina.

Nesse âmbito, este artigo propõe a realização de um projeto interdisciplinar integrado entre essas duas disciplinas, de modo a proporcionar aos estudantes uma visão mais ampla das competências trabalhadas no seu curso de graduação, além de aproximá-los ainda mais de situações reais de projetos, em que os discentes precisam

utilizar competências e ferramentas adquiridas em várias disciplinas do curso de graduação para atuar nas soluções dos problemas.

Assim, este artigo discute a possibilidade de aplicação deste projeto, partindo das experiências exitosas já desenvolvidas com o projeto da disciplina de Concreto 1, já desenvolvido há 3 semestres em duas turmas (turnos manhã e noite). A ideia geral deste trabalho é refletir a partir dos resultados obtidos com a aplicação do projeto para uma única disciplina e propor a criação de um novo projeto, porém integrando duas disciplinas afins do mesmo semestre do curso.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-METODOLÓGICA

Nesta seção, as disciplinas do escopo do projeto integrado são apresentadas. Além disso, apresenta-se também os fundamentos teóricos e metodológicos que nortearam o desenvolvimento do projeto.

2.1 Disciplina de Concreto 1

Concreto 1 é uma disciplina obrigatória, com carga horária de 60 horas no 7º período do curso de graduação em Engenharia Civil da Universidade de Pernambuco (ESCOLA POLITÉCNICA DE PERNAMBUCO, 2020). As principais competências a serem desenvolvidas pelos alunos que cursam essa disciplina são os conhecimentos necessários ao dimensionamento de vigas para a elaboração de projetos de estruturas de concreto armado de acordo com os aspectos normativos de segurança, durabilidade e sustentabilidade.

Visto que o principal aspecto a ser trabalhado na disciplina é o dimensionamento de vigas na elaboração de projetos, as aulas são propostas de forma a apresentar a teoria necessária ao dimensionamento desses elementos realizando associação com situações reais, seguida de exemplos numéricos com variabilidade dos dados (carregamentos, resistência do concreto e dimensão das seções) para possibilitar ao aluno diferentes condições de dimensionamento que podem ocorrer em um elemento.

Estes são os subsídios necessários para a etapa de avaliação da disciplina, que é a realização de um pequeno projeto estrutural para o dimensionamento de vigas. O desenvolvimento do projeto permite ao aluno não só aplicar os conhecimentos teóricos de dimensionamento adquiridos durante as aulas, mas também exercitar situações ocorridas na prática da elaboração de um projeto desde o estudo da planta recebida até a os documentos a serem enviados à obra.

É a oportunidade para integrar dois segmentos da área de estruturas, análise estrutural e dimensionamento, que aparecem em muitos Projetos Pedagógicos de forma isolada como se não houvesse relação entre si. Com isso, a disciplina de Concreto 1, por parte dos docentes, propõe através da avaliação com um projeto, o entendimento do comportamento estrutural e a determinação dos esforços que são estudados nas disciplinas de análise, como Teoria das Estruturas.

2.2 Disciplina de Teoria das Estruturas

A disciplina de Teoria das Estruturas é obrigatória, com 60 horas de carga horária, estando alocada no 7º período do curso de graduação em Engenharia Civil da Universidade de Pernambuco (ESCOLA POLITÉCNICA DE PERNAMBUCO, 2020). Ainda de acordo com o projeto pedagógico do curso, dentre as principais competências desta disciplina, destacam-se: determinação dos esforços internos em estruturas hiperestáticas

a partir da utilização de métodos clássicos, como o método das forças e o método dos deslocamentos.

Adicionalmente, Escola Politécnica de Pernambuco (2020) também destaca na ementa a questão da vinculação dos elementos estruturais. A ementa discute que os estudantes devem compreender esta vinculação e utilizar os métodos clássicos estudados para situações com vínculos rígidos e também elásticos (molas).

Nesse contexto, é possível identificar um alinhamento muito claro entre as ementas e competências propostas para a disciplina de Concreto 1. Nas competências de Concreto 1, fala-se em dimensionamento (projeto das dimensões da seção e também da armação de aço) de vigas à flexão e também ao cisalhamento, e esses esforços internos causados por flexão e cisalhamento podem ser obtidos precisamente utilizando os métodos clássicos trabalhados em Teoria das Estruturas.

Além disso, a discussão sobre a vinculação entre os elementos estruturais, em especial entre vigas e vigas e entre vigas e pilares, é fundamental para a definição dos esforços internos e também definição da armação de aço necessária. Ao integrar essas discussões nos âmbitos das duas disciplinas, o estudante passa a ter uma visão mais completa, em que cada disciplina fornece um subsídio teórico-metodológico para a compreensão do problema como um todo.

2.3 Metodologias ativas e o projeto interdisciplinar integrado

A proposta de projeto interdisciplinar integrado apresentada e discutida neste trabalho está fundamentada nas metodologias ativas de ensino. Villas-Boas e Sauer (2019) destacam que o uso dessas metodologias tende a originar uma educação mais centrada no estudante, nas suas demandas e no seu desenvolvimento das competências necessárias. Nesse sentido, os estudantes assumem um papel mais ativo, desenvolvendo atividades mediadas pelos docentes, e não apenas memorizando conteúdos e reproduzindo modelos. Assim, Villas-Boas e Sauer (2019) indicam que as metodologias ativas estão fundamentadas em alguns marcos, como, por exemplo:

- Criação de novos ambientes de aprendizagem;
- Aumento do engajamento dos estudantes nas atividades;
- Melhoria na qualidade do envolvimento dos estudantes;
- Atuação dos docentes como mediadores na construção do conhecimento;
- Protagonismo dos estudantes.

Adicionalmente, Filho et al.(2019) discutem que a essência da aprendizagem significativa parte de pressupostos que o estudante já conhece, mas com a necessidade de estabelecer relações entre os conteúdos desenvolvidos nas aulas e situações reais, a fim de favorecer a compreensão e efetivo aprendizado. Nesse âmbito, o desenvolvimento de projetos em sala de aula se configura como parte da metodologia de um trabalho prático orientado (FILHO et al., 2019), que se baseia no papel do professor como um facilitador, que promove orientação contínua de um projeto, com acompanhamento e feedbacks aos estudantes (NETO et al., 2019). Filho et al. (2019) ainda complementam, discutindo a possibilidade de se desenvolver o projeto de forma integrada a outras disciplinas.

No caso específico do projeto integrado proposto neste trabalho, um dos principais intuitos dessa proposta é mostrar aos estudantes a importância prática e aplicação da análise estrutural, visto nas disciplinas de Teoria das Estruturas, como subsídio para o

projeto de estruturas reais. Além disso, com essa proposta integrada, espera-se também fomentar nos estudantes a capacidade criativa para desenvolver as soluções estruturais, utilizando, como base teórica, os conhecimentos e competências desenvolvidas nas disciplinas integradas.

Por fim, o projeto integrado visa propiciar aos estudantes uma vivência típica da profissão: a prática de projeto, no sentido em que eles têm a autonomia de propor dimensões da seção transversal das vigas e também para escolher as bitolas, quantidades de vergalhões de aço, estribos, bem como a disposição desses elementos na seção, a partir das restrições e prescrições estudadas na disciplina de Concreto 1.

Atualmente, essa experiência com o projeto já existe e vem sendo aplicada com êxito na disciplina Concreto 1, mas não de forma integrada à disciplina de Teoria das Estruturas. Assim, é importante pontuar que essa demanda por juntar as duas surgiu a partir dos questionamentos dos próprios discentes, que perceberam a necessidade de utilizar competências e conceitos trabalhados na disciplina de Teoria das Estruturas mesmo com o projeto sendo, em princípio, apenas da disciplina de Concreto 1.

Dessa forma, a proposta do presente artigo pode ser entendida como uma aplicação das metodologias ativas acima discutidas.

3 Proposta do projeto

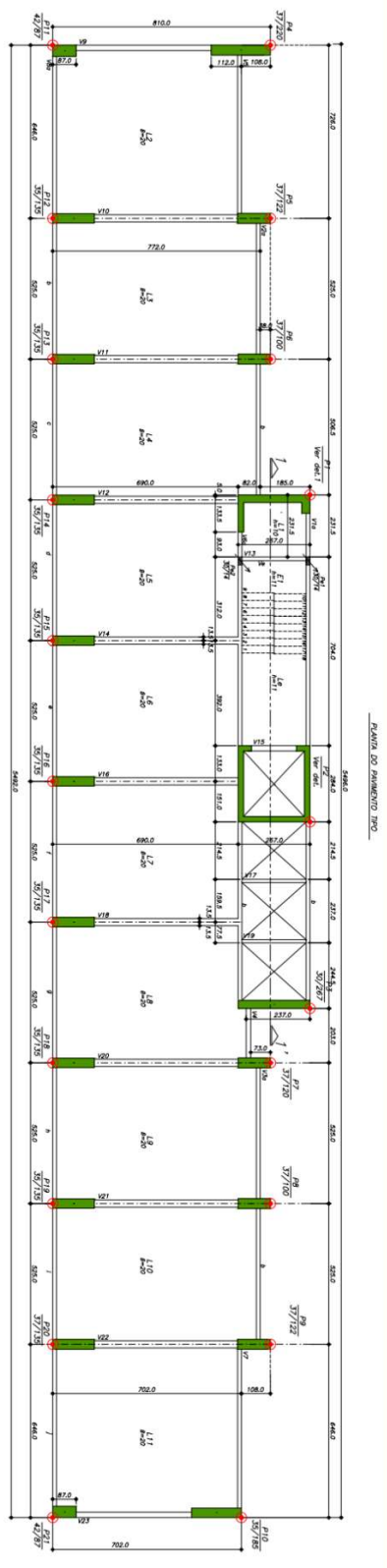
Nesta seção, apresenta-se inicialmente a discussão e resultados do projeto de Concreto 1, que já vem sendo desenvolvido há pelo menos 3 semestres na instituição, porém apenas nessa disciplina. Esse projeto serviu como base para a proposta deste artigo. A seguir, apresenta-se também a proposta interdisciplinar.

3.1 Discussão e resultados do projeto de Concreto 1

Inicialmente, a turma é dividida em grupos da ordem de 5 integrantes cada. O ponto de partida para o projeto é uma planta baixa real de estruturas do pavimento-tipo de uma edificação residencial de múltiplos andares, que os estudantes recebem em sala, na 8ª aula da disciplina. A solução estrutural utilizada no exemplo é um sistema trilitico, com lajes, vigas e pilares de concreto armado sustentando a edificação.

A planta apresentada, representada na Figura 1, contém o lançamento com dimensões de pilares e lajes definidas, mas sem medidas das vigas, que é um dos focos da atividade. Este pré-dimensionamento deveria ser estudado através da compatibilização da arquitetura, entretanto, além da carga horária inviabilizar esse estudo, não é parte integrante da ementa da disciplina. Por isso, novas propostas de disciplinas complementares, como Sistemas Estruturais e Projeto de Estruturas de Concreto devem ser sugeridas nas atualizações do Projeto Pedagógico do Curso.

Figura 1 – Planta baixa para o projeto de Concreto 1.



A compatibilização e o lançamento estrutural não devem ser desprezados, já que compõem um cotidiano da prática de projetos e que precisa ser apresentado aos discentes. Por isso, durante os assessoramentos essas discussões são verbalizadas aos alunos para que entendam as interferências que as análises de pé-direito, esquadrias, instalações ocasionam no dimensionamento dos elementos.

A informação ausente na planta fornecida aos alunos é a dimensão das vigas, com isso, os conteúdos ministrados nas aulas teóricas associadas aos debates das aulas de assessoramento, possibilitam a cada equipe projetista realizar o pré-dimensionamento das vigas.

Como a estrutura lançada será muito similar entre os grupos, uma maneira de obter experiências diferentes em cada equipe é a imposição de dois dados fornecidos, o carregamento (através do uso da edificação) e a resistência característica do concreto (f_{ck}). Assim, com o mínimo de dados fornecidos, os projetos desenvolvidos têm autonomia para as soluções e dimensionamentos a serem adotados.

A partir dessa etapa começam as aulas de assessoramento intercaladas com o conteúdo teórico que será aplicado ao trabalho, conforme o cronograma da disciplina, mostrado na Figura 2. A primeira atividade a ser desenvolvida é o cálculo das cargas nas lajes, de acordo com a ABNT NBR 6120 (2019), em função dos diferentes usos propostos para cada grupo. Apesar de ser uma vivência da elaboração de projetos, esse assunto não está nas ementas das disciplinas do PPC, por isso, a primeira aula de assessoramento é sobre a ABNT NBR 6120 (2019), sendo apresentada de forma ampla, elucidando que ao projetar uma estrutura as cargas de uso/ocupação são padronizadas, assim como ocorre nos elementos de alvenaria, acabamento, coberta e densidade de alguns materiais.

Como o objetivo didático do projeto é a distribuição das cargas lançadas sobre as vigas, não são solicitados muitos casos de carregamento na análise, por isso a chamada montagem de carregamentos considera o uso da edificação e o peso próprio dos elementos (lajes seguindo os dados recebidos do projeto conforme o lançamento estrutural já definido e as vigas com a seção transversal atribuída pelos grupos na fase de pré-dimensionamento).

Após todas essas definições de cargas, os discentes utilizam o método das charneiras (ARAÚJO, 2014) para distribuir as cargas das lajes para as vigas, outro assunto que também compõe as aulas de assessoramento, já que não faz parte do conteúdo programático da disciplina, mas faz-se presente na prática projetual.

Para que os grupos definam as ligações viga-pilar, uma breve explicação sobre a relação de rigidez desses elementos é demonstrada e o suporte aos alunos quanto a definição dessas rigidezes ocorre, também durante os assessoramentos. Uma parte fundamental do trabalho é a definição do sistema estrutural e suas condições de contorno que é vista de maneira superficial, apenas para produzir os subsídios do dimensionamento (os esforços). Por esta razão, como proposta futura é a interação com a disciplina de Teoria das Estruturas, conforme mostrado na seção seguinte, para orientar os alunos em relação ao modelo estrutural e o produto dessa análise seriam os esforços para o dimensionamento da disciplina de Concreto 1.

Figura 2 – Cronograma da disciplina de Concreto 1.

CRONOGRAMA	
AULA	DETALHAMENTO
1ª	Apresentação do Plano de Ensino: ementa, assuntos abordados e avaliações. Histórico do Concreto Armado e Engenharia Estrutural
2ª	Material: Concreto
3ª	Material: Aço Componentes de um Projeto Estrutural
4ª	Comportamento de Peças sob flexão simples Critérios para Dimensionamento a flexão
5ª	Critérios para Dimensionamento a flexão
6ª	Dimensionamento a flexão – bloco retangular
7ª	Dimensionamento a flexão – bloco retangular
8ª	Apresentação da atividade do 1º Exercício 1º Exercício: Roteiro para os carregamentos das vigas / Condições de contorno de lajes e vigas
9ª	1º Exercício: 1º Assessoramento: distribuição das lajes
10ª	Dimensionamento a flexão com armadura dupla
11ª	Dimensionamento a flexão com armadura dupla
12ª	1º Exercício: 2º Assessoramento: carregamentos nas vigas e diagramas
13ª	Verificação de Estabilidade – Capacidade Resistente: Seção Retangular e Armadura Dupla
14ª	1º Exercício: 3º Assessoramento: dimensionamento
15ª	Verificação de Estabilidade – Capacidade Resistente: Seção Retangular e Armadura Dupla
16ª	1º EXERCÍCIO ESCOLAR
17ª	Comportamento de Vigas sujeitas a Esforço Cortante Esforço Cortante – Vigas com Armadura Transversal
18ª	Contribuição do Concreto na resistência ao Cortante / Armadura mínima para Cortante
19ª	Esforço Cortante Apresentação da atividade do 2º Exercício
20ª	Aderência / Ancoragem
21ª	Aderência / Ancoragem: Exemplos
22ª	Força na armadura longitudinal de tração Comportamento das barras sujeitas a tração axial
23ª	2º Exercício: 1º Assessoramento: cortante e ancoragem
24ª	Detalhamento Detalhamento: Vídeo 01 – Positivo – debate Detalhamento: Vídeo 02 – Negativo – debate
25ª	Torção
26ª	Torção
27ª	2º Exercício: 2º Assessoramento: detalhamento
28ª	ELS: Deformação ELS: Fissuração Projeto de Estruturas
29ª	2º Exercício: 3º Assessoramento: detalhamento
30ª	2º EXERCÍCIO ESCOLAR
	2ª CHAMADA
	FINAL

Fonte: Os autores (2023).

Determinados os esforços, começa a etapa de dimensionamento das armaduras de flexão, de acordo com as prescrições da ABNT NBR 6118 (2014). Uma seção transversal esquemática da viga com os diâmetros adotados é o principal produto a ser apresentado como 1º Exercício Escolar, juntamente com a memória de cálculo de tudo que foi desenvolvido. A memória de cálculo completa facilita, durante a correção, a identificação dos erros cometidos pelas equipes projetistas. Todo o material entregue, é cuidadosamente corrigido com comentários e marcações, para serem devolvidos aos grupos e darem prosseguimento aos trabalhos, pois o 2º Exercício Escolar depende dos acertos realizados no 1º, obrigando os alunos revisitar tudo que foi feito na primeira etapa, corrigir e aprender as falhas cometidas.

Os conteúdos aplicados na segunda etapa são explicados, também, em aulas intercaladas com os assessoramentos (de acordo com o cronograma). O detalhamento de vigas, devido a sua complexidade, é abordado em sala e em dois vídeos disponibilizado aos alunos com as etapas de todo o processo. A segunda entrega é composta do desenho das vigas a ser enviado à obra e, novamente, com a memória de cálculo para identificação dos erros cometidos.

Os alunos vivenciam as fases de um projeto, checando os dados fornecidos, tomando decisões de dimensionamento e executando as atribuições envolvidas em um projeto estrutural para a sua entrega à obra. Ao iniciar o projeto, alguns conceitos precisaram ser introduzidos, como NBR 6120 (2019), método das charneiras, fato este que necessita de interesse e participação dos alunos. Assim, as primeiras aulas de assessoramento são fundamentais para gerar no aluno o entendimento e a confiança no desenvolvimento do trabalho, pois eles observam que terão o suporte adequado.

No tocante ao desempenho dos estudantes na disciplina, o resultado dos trabalhos, tanto no 1º Exercício quanto no 2º, está diretamente ligado à assiduidade dos grupos durante os assessoramentos. Assim como, o aproveitamento acadêmico, pois o maior número de reprovações ocorreram para alunos que faltaram pelo menos 66% das aulas de assessoramento. Ao avaliar a experiência ao longo dos últimos anos, é possível perceber que os estudantes que faltam os assessoramentos acabam sendo os reprovados na disciplina.

3.2 Proposta do projeto interdisciplinar integrado

De maneira geral, o projeto interdisciplinar integrado visa basicamente continuar e expandir as práticas já iniciadas no projeto da disciplina de Concreto 1, descrito na seção 3.1. O que efetivamente se deseja acrescentar é a integração de forma direta com a disciplina de Teoria das Estruturas, que foi percebida a partir de reflexões desenvolvidas com os próprios estudantes durante os projetos de Concreto 1 ao longo dos anos.

Assim, a ideia central do projeto integrado é que os estudantes utilizem os conhecimentos das duas disciplinas de forma integrada, a fim de resolver as demandas propostas. Essas demandas são bastante similares às já existentes no projeto de Concreto 1: o ponto de partida para o projeto permanece sendo uma planta baixa real de estruturas do pavimento-tipo de uma edificação residencial de múltiplos andares, com solução estrutural utilizando o sistema trilitico, com lajes, vigas e pilares de concreto armado.

Contudo, ainda há entregas específicas para cada disciplina, o que é importante manter, pois há estudantes que cursam apenas uma das disciplinas. As entregas referentes à disciplina de Concreto 1 foram explicadas na seção anterior, e devem ser mantidas, porém auxiliadas diretamente por conteúdos e aulas específicas da disciplina

de Teoria das Estruturas. Como proposta mais específica para a disciplina de Teoria das Estruturas, busca-se que os estudantes, inicialmente, avaliem a influência das dimensões de vigas e pilares na definição dos esforços internos.

Nesse âmbito, propõe-se que os discentes desenvolvam um estudo paramétrico das dimensões dos pilares, por exemplo, e discutam como essas mudanças influenciam na vinculação viga-pilar e, conseqüentemente, na distribuição dos esforços internos. Idealmente, o estudante deve utilizar o conhecimento integrado à disciplina de concreto 1 para compreender como essas mudanças influenciam diretamente no cálculo e na disposição da armação de aço, por exemplo.

Apesar desse estudo, os estudantes devem utilizar o conjunto específico de dimensões propostas na proposta para desenvolver as demandas específicas da disciplina de Concreto 1. Nesse contexto, a integração reside também nesse ponto: mesmo para um conjunto fixo de dimensões, os discentes precisam calcular os esforços internos, a fim de, então, verificar as dimensões da seção transversal e também calcular as armaduras longitudinal e transversal necessárias para que as vigas suportem os esforços.

Adicionalmente, e ainda como demanda específica da matéria de Teoria 1, propõe-se também que os estudantes discutam a deslocabilidade dos nós do pórtico, considerando o edifício com múltiplos pavimentos e uma ação horizontal estimada (vento), considerado de forma bastante simplificada. Este tipo de discussão é bastante importante também para dar aos discentes subsídios teóricos fundamentais em disciplinas futuras do curso, especial para as disciplinas nas quais os estudantes aprendem a projetar pilares, sejam de concreto armado, em Concreto 2, ou de aço e madeiras, em Construção de Aço e Madeira (ESCOLA POLITÉCNICA DE PERNAMBUCO, 2020).

Dessa forma, como forma de integrar mais ainda as propostas, pense-se também em desenvolver uma aula conjunta das disciplinas envolvidas no projeto, juntando os dois horários de aula, em um dia que sejam seguidas. O objetivo dessa aula é essencialmente mostrar na prática o que mudaria na análise estrutural em função das diferentes vinculações adotadas (conhecimento trabalhado em Teoria das Estruturas) e como isso repercute na questão da armação (conhecimento trabalhado em Concreto 1).

Adicionalmente, entende-se que os estudantes poderiam, inclusive, iniciar o desenvolvimento do projeto nesta aula, pois os assessoramentos só se tornam efetivos quando os estudantes começam a desenvolver o trabalho, pois ocorre o surgimento das dúvidas. Essa aula conjunta pode ser uma resposta a um problema verificado na experiência com o projeto de Concreto 1, que é o fato de os discentes geralmente demorarem bastante para iniciar o desenvolvimento do projeto em si, mesmo com os dados sendo disponibilizados logo no início da disciplina.

4 Considerações finais

Este trabalho apresentou e discutiu uma proposta de projeto interdisciplinar integrado para disciplinas do eixo de estruturas na graduação em Engenharia Civil da Universidade de Pernambuco. Apesar de ser um recorte específico de um curso, um dos grandes objetivos deste trabalho é precisamente fomentar essa discussão e incentivar outros docentes a desenvolverem práticas similares com outras disciplinas, não apenas nos cursos de engenharia civil, mas também em outras engenharias, ou mesmo dentro da própria engenharia civil, porém com outras áreas.

Nesse âmbito, o projeto discutido é um contraponto à perspectiva tradicional, no sentido de: tradicionalmente, apresenta-se as vigas já carregadas, ou seja, o problema já

“pronto”, para os estudantes então reproduzirem metodologias de cálculo (rotinas), a fim de obter os esforços internos e também armação de aço necessária. Porém, com isso o estudante não entende questões bastante relevantes, por exemplo, como chegar naqueles modelos estruturais, como definir as cargas.

Além disso, o estudante desenvolve autonomia dos discentes, que precisam fazer várias escolhas conscientes a respeito das dimensões e bitolas das armações (o que também ocorre no mercado profissional da engenharia civil). Adicionalmente, o projeto interdisciplinar integrado também fomenta e desenvolve habilidades diversas, tais como: a tomada de decisão e o trabalho em equipe.

Um dos pontos importantes a serem pensados: apesar de serem ambas as disciplinas do projeto obrigatórias do mesmo semestre letivo, existem pessoas que estão cursando apenas uma das disciplinas. A solução proposta para esses casos é bastante simples: essa pessoa pode se juntar a um grupo, e não focar tanto nas demandas daquela disciplina que não está cursando, mas participar ativamente das discussões.

Por fim, esta experiência do projeto interdisciplinar integrado deve ser aplicada ainda neste ano de 2023, e certamente os resultados obtidos deverão ser organizados e publicados na forma de artigo. Além disso, a avaliação dos próprios docentes a respeito da experiência deve gerar mudanças na própria proposta, com o intuito de melhorá-la continuamente. Também espera-se mostrar esses resultados para o núcleo docente estruturante do curso, a fim de discutir experiências com os demais professores do curso.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, J.M. **Curso de concreto armado**. 4. ed. Rio Grande do Sul: Dunas, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6120**: Ações para o cálculo de estruturas de edificações. Rio de Janeiro, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.

ESCOLA POLITÉCNICA DE PERNAMBUCO. **Projeto pedagógico do curso de Engenharia Civil**. Recife, 2020.

FILHO, Gabriel Elmor *et al.* **Uma nova sala de aula é possível: aprendizagem ativa na educação em engenharia**. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2019.

NETO, O.M.; MARQUES, A.E.B.; GRIMONI, J.A.B.; SILVA, T.S. Formação de professores de Engenharia para além da sala de aula. In: OLIVEIRA, V.F. (org.). **A engenharia e as novas DCNs: oportunidades para formar mais e melhores engenheiros**. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2019, p. 227-243.

OLIVEIRA, V.F. Evolução da organização do curso de Engenharia no Brasil. In: _____. (org.). **A engenharia e as novas DCNs: oportunidades para formar mais e melhores engenheiros**. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2019, p. 8-32.

OLIVEIRA, Christian C.; OLIVEIRA, Mateus F.M; BARBIRATO, João C.C. Simulador do método das forças: desenvolvimento de ferramenta computacional para auxílio educacional na compreensão das respostas de sistemas estruturais. In: L Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2022, São Paulo. **Anais**. São Paulo. Disponível em: http://www.abenge.org.br/sis_artigos.php. Acesso em 15 de maio de 2023.

REBELLO, Y.C.P.; LEITE, M.A.D.F.D. Considerações sobre o Ensino e Aprendizagem de Estrutura nas Escolas de Arquitetura. **Paranoá**, v.15, n.15, p. 1-14, 2015.

SOUSA, Elidiane S.L.; MELO, Luana P.N.; SOUZA, Wendell R.M. O uso do software "Robot structural analysis" na disciplina de mecânica das estruturas. In: L Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2022, São Paulo. **Anais**. São Paulo. Disponível em: http://www.abenge.org.br/sis_artigos.php. Acesso em 15 de maio de 2023

VILLAS-BOAS, V.; SAUER, L.Z. Aprendizagem ativa na educação em Engenharia em tempos de indústria 4.0. In: OLIVEIRA, V.F. (org.). **A engenharia e as novas DCNs: oportunidades para formar mais e melhores engenheiros**. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2019, p. 146-181.

PROPOSAL FOR AN INTERDISCIPLINARY PROJECT INTEGRATED IN THE UNDERGRADUATE COURSE IN CIVIL ENGINEERING - EXPERIENCE WITH SUBJECTS IN THE AREA OF STRUCTURES

Abstract: *With the current challenges in engineering teaching, it is necessary to elaborate and promote methodological teaching proposals that increase students' motivation, so that they can live experiences instead of just memorizing or reproducing concepts based on abstractions. In the more specific context of undergraduation in Civil Engineering, these demands for changes in the teaching-learning relationship have been especially debated and understood as necessary in the disciplines of the Structures axis, which can be explained by the high level of abstraction required, with concepts of difficult understanding and visualization. In this context, the methodological proposal discussed in the present work is characterized as a possibility of improvement in this learning process. Taking the undergraduation in Civil Engineering at the University of Pernambuco (UPE) as an example, the disciplines of Theory of Structures and Concrete 1 are both from the Structures axis, mandatory, taught in the same regular semester and with similar competences. Therefore, this article proposes the realization of an interdisciplinary project integrated between these two disciplines, in order to provide students with a broader view of the skills worked on in their undergraduate course, in addition to bringing them even closer to real project situations, in which students need to use skills and tools acquired in various disciplines of the undergraduate course to work on problem solutions. This proposal is directly derived from a specific project of the Concrete 1 discipline, which has been developed for about 2 years at the institution, but without direct integration with the Theory of Structural discipline. Thus, in addition to discussing the successful experience in a discipline, this paper also discusses the strategy to integrate the project into another discipline in the same semester.*

Keywords: *interdisciplinary project. concrete. theory of structures.*