

## **Ensino da iluminação – reflexões sobre a prática atual em disciplinas de graduação**

### ***Teaching lighting – reflections on current practice in undergraduate disciplines***

**Ludmila Cardoso Fagundes Mendes, Mestra, Universidade Federal de Minas Gerais.**

ludmilamendes@ufmg.br

**Larissa Arêdes Monteiro, Mestra, Universidade Federal de Minas Gerais.**

lam2019@ufmg.br

**Roberta Vieira Gonçalves de Souza, Doutora, Universidade Federal de Minas Gerais.**

robertavgs@ufmg.br

Número da sessão temática da submissão – [2C]

#### **Resumo**

O projeto luminotécnico da atualidade abrange a avaliação de impactos na saúde e de conforto visual, eficiência energética, atendimento a métricas e incorporação de novas tecnologias. Tal torna bastante complexos a prática profissional e o ensino da iluminação. Este estudo avaliou a disciplina “Iluminação Natural e Artificial”, do Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Minas Gerais, verificando a eficiência das metodologias de ensino adotadas. Após revisão bibliográfica sobre o tema foi desenvolvido questionário cujas respostas foram ponderadas em ordem de prioridade para determinar a relevância percebida ou tratadas em escala Likert de +2 a -2 de forma a avaliar a efetividade das práticas adotadas. Concluiu-se que a elaboração de projeto com construção de maquete física foi uma prática considerada como essencial para o aprendizado de iluminação natural, de geometria solar e mesmo de iluminação artificial, mas também que a integração de diversas metodologias fortalece o aprendizado tendo havido boa aceitação de todas as práticas propostas.

**Palavras-chave:** Ensino; Iluminação; Metodologia; Maquete

#### ***Abstract***

*Today's lighting design covers the evaluation of impacts on health and visual comfort, energy efficiency, compliance with metrics and incorporation of new technologies. This makes professional practice and lighting teaching quite complex. This study evaluated the discipline "Natural and Artificial Lighting", of Federal University of Minas Gerais, Architecture and Urban Planning Course verifying the efficiency of the teaching methodologies adopted. After a literature review on the subject, a questionnaire was developed, with answers weighted in order of priority to determine their perceived relevance or treated on a Likert scale from +2 to -2 in order to evaluate the practice's effectiveness. It was concluded that the elaboration of a project with the construction of a physical model was a practice considered as essential for the learning of daylighting, solar geometry and even artificial lighting, but also that the*



*integration of several methodologies strengthens the learning with good acceptance of all the proposed practices.*

**Keywords:** *Teaching; Lighting; Methodology; Scale model*

## 1. Introdução

O começo de um projeto é frequentemente descrito como uma fase desafiadora por estudantes e profissionais envolvidos em atividades criativas. As abordagens utilizadas para facilitar essa etapa não são fixas ou universais e sua eficácia varia conforme o problema, as expectativas e as experiências do indivíduo ou grupo criativo, adaptando-se a cada contexto específico (Braga, Patron, Oba, 2018).

O percurso para um bom projeto de iluminação envolve diversos conhecimentos na área que perpassam pela história, teoria, conceitos, normas e regulamentos, tecnologias, mercado, conforto do usuário e eficiência energética. Articular a diversidade de informações às demandas dos usuários e da sociedade atuais, requer habilidades que envolvem conhecimentos pessoais e profissionais multidisciplinares (Sousa *et al.*, 2023).

A compreensão da luz no ambiente construído sofreu mudanças ao longo do tempo. Sokól e Martyniuk-Pęczek (2019) recordam a importância histórica da luz natural na arquitetura e na arte, destacando seu simbolismo cultural e influência no projeto de construções como santuários, vilas romanas, igrejas góticas e barrocas. A luz do dia foi tema recorrente em guias arquitetônicos e tratados filosóficos, evidenciando sua relevância multidisciplinar. No entanto, no século XXI, com avanços como vida urbana 24 horas, a internet, a iluminação de estado sólido e a preocupação com eficiência energética, a iluminação elétrica assumiu um papel central, permitindo atividades noturnas e prolongando o horário de trabalho. As antigas fontes de luz ineficientes foram substituídas por lâmpadas potentes e energeticamente eficientes, refletindo as mudanças tecnológicas e sociais da era moderna (Sokól, Martyniuk-Pęczek, 2019).

Junto à avanços científicos e tecnológicos, diversas são as reflexões acerca das metodologias de ensino empregadas no projeto da arquitetura de iluminação. Braga, Patron e Oba (2018) destacam que a maquete física desempenha um papel essencial no desenvolvimento cognitivo na formação do arquiteto, especialmente no estudo da luz. Em relação ao estudo da iluminação natural, os trabalhos do Professor Fernando Pereira reforçam o uso da maquete como instrumento eficaz de avaliação (Castaño e Pereira, 2006; Pereira, Pereira e Castaño, 2010; Camuzato *et al.*, 2024). Braga, Patron e Oba (2018) enfatizam ainda que o embasamento teórico é crucial para que o estudante adquira o conhecimento mínimo e a experiência necessária para que a criação e a execução de exercícios propostos não se baseiem apenas na expressão da criatividade, mas que sejam fruto de reflexões e estudos técnicos organizados. Sousa *et al.* (2023) chamam a atenção para o aprendizado de *softwares* computacionais que contribuam com o processo de projeto luminotécnico. Sokól e Martyniuk-Pęczek (2019) atentam para a necessidade de maior capacitação dos profissionais quanto à aplicação de novas métricas dinâmicas baseadas no clima (CBDM), que apesar de serem consideradas superiores a métricas estáticas, são frequentemente percebidas como “complicadas” por usuários menos experientes (Ibarra, Reinhart, 2014).

Ambientes iluminados de forma adequada dependem de processos de projeto e de ferramentas que vêm sofrendo mudanças profundas, frutos de descobertas mais recentes, tanto sobre a iluminação luz natural quanto sobre a iluminação elétrica, que englobam: (1) o conforto dos usuários, com novos conhecimentos do impacto da iluminação na saúde humana, que envolvem efeitos visuais e não visuais da luz no bem-estar dos usuários, sendo a iluminação



capaz de influenciar diretamente nos processos fisiológicos para regulação do ciclo circadiano (Mendes *et al.*, 2024); (2) sustentabilidade, com necessidade de reduzir desperdícios no consumo energético dos edifícios, aperfeiçoando a integração da luz natural e elétrica a fim de melhorar a eficiência energética e com a seleção de fontes luminosas de menor impacto ambiental (Monteiro, Medeiros, Souza, 2023); (3) complexidade das tecnologias, com avanços trazidos pelos LEDs (Garcia, Castro, Souza, 2015), e com a presença cada vez maior de sistemas de automação e aplicação de inteligência artificial nesses sistemas tanto para espaços internos quanto externos; (4) aprimoramento de normas e regulamentos, com a introdução de métricas dinâmicas baseadas no clima (CBDM) para avaliação da luz natural em espaços internos, avaliação de ofuscamento e uniformidade demandando além do conhecimento técnico dessas, o conhecimento de *softwares* específicos de simulação (Sousa *et al.*, 2023; Sokól, Martyniuk-Pęczek, 2019; Souza, 2023; Ibarra, Reinhart, 2013).

Tantos avanços envolvem a sistematização do conhecimento da iluminação em metodologias de ensino. Em uma revisão sistemática sobre publicações a respeito de ensino da iluminação, Sousa *et al.* (2023) identificaram e destacaram o uso de metodologias ativas no processo de ensino, no qual o docente busca colocar o aluno como o principal autor do seu próprio aprendizado. Essas metodologias englobam a (a) “Aprendizagem baseada em problema”, processo em que os alunos são instigados a identificar problemas reais, fazer a coleta de dados e traçar estratégias para solucioná-los (Gil, 2020); (b) “Aprendizagem baseada em projetos”, onde os alunos são instigados a desenvolver um projeto de iluminação e na qual trabalha-se no desenvolvimento de habilidades para atuação no mundo real tais como comunicação, gestão do tempo, trabalho em equipe e tomada de decisões e liderança (Gil, 2020); e (c) “Aprendizagem baseada na experiência”, onde o conhecimento é tratado como processo dinâmico e interativo, propiciando, a partir de experiências passadas, o aperfeiçoamento das percepções e construção de uma compreensão mais crítica e profunda do conteúdo, envolvendo o indivíduo em intelecto, emoções e sentidos (Foley, 2020). Segundo as autoras, a definição de metodologias de ensino como estas pode trazer clareza sobre os processos condutores da aprendizagem, contribuindo para a sistematização do plano pedagógico.

Se a experiência, as questões subjetivas e a rotina são fatores determinantes na escolha de métodos criativos no processo de projeto de iluminação como afirmam Braga, Patron e Oba (2018), como capacitar e estimular alunos inexperientes e de formação diversa, a criar projetos de iluminação adequados a diversos tipos de ambiente construído?

O presente estudo consiste em um processo de reflexão sobre as práticas didáticas em iluminação e avalia por meio de questionário as práticas adotadas na disciplina de Iluminação Natural e Artificial de Ambientes, ministrada junto ao Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), a fim de subsidiar possíveis redirecionamentos do exercício de docência em iluminação, reforçando práticas bem-sucedidas e revendo aquelas em que ainda há espaço para evolução.

## 2. Disciplina Estudo de Caso

A disciplina de *Iluminação Natural e Artificial de Ambientes* é ofertada aos alunos do quarto semestre do Curso diurno de Arquitetura e Urbanismo da UFMG sendo, geralmente, o primeiro contato com o exercício de projeto em iluminação no curso. Esta disciplina é precedida no Curso por disciplina de *Conforto Térmico* na qual a ementa aborda o tema de geometria solar que é apenas reforçado na disciplina de iluminação. São em média 45 alunos por semestre e

além da professora titular, a disciplina conta com o acompanhamento e auxílio um discente de pós-graduação em estágio de docência, desde 2022.

A disciplina de 45 horas/aula em seu plano de ensino busca desenvolver um conjunto básico de conceitos e fundamentos em iluminação, com abordagem tanto teórica quanto prática, considerados essenciais ao processo de projeto da iluminação. A disciplina passa por um panorama histórico do uso de sistemas de iluminação natural, usando exemplos nacionais e internacionais; apresenta normas técnicas e instruções normativas relativas à iluminação; emprega a bidimensionalidade e da tridimensionalidade como base para análises de iluminação natural e artificial; em iluminação natural aborda as questões ligadas a análises baseadas no clima; incentiva o desenvolvimento da percepção luminosa nos espaços internos e externos através da visita a espaços construídos; desenvolve o pensamento integrado da luz natural e artificial, com vistas ao conforto do usuário e à eficiência energética; e utiliza essas análises como instrumentos para a elaboração de projetos. A disciplina é dividida em dois eixos (1 e 2), com seis atividades avaliativas (a, b, c, d, e, f) no semestre. O Quadro 1 resume as atividades.

Quadro 1: Resumo das atividades avaliativas

(1) Iluminação Natural	(a) avaliação do atendimento à NBR 15.575 de uma habitação residencial, através de maquete digital, utilizando o <i>software Rhinoceros</i> para modelagem 3D e o <i>plugin ClimateStudio</i> para simulação da luz, e proposição de melhorias quando identificados baixos desempenhos;
	(b) dimensionamento de sistema zenital ou lateral e de sua proteção solar para um ambiente de atividade comercial ou de serviço com representação em modelo em escala reduzida, em caixas de sapato (Castaño, Pereira, 2006). Para essa atividade os alunos realizam ensaios no heliodon, do Laboratório de Conforto Ambiental e Eficiência Energética da UFMG, e sob a luz natural utilizando uma lente olho-de-peixe adaptada à câmara do celular para fotografar o ambiente interno da maquete em 3 dias (solstícios e equinócio) 3 horários (9, 12e 15h).
	(c) avaliação individual sobre questões relativas ao projeto de iluminação natural com abordagem de métricas, tipos de céu, dimensionamento e análise de projeto.
(2) Iluminação Artificial	(d) proposição de sistema de iluminação artificial para o ambiente trabalhado em (b), dimensionamento do sistema através do Método dos Lúmens e por simulação computacional, com uso do <i>software Relux</i> , com análise da eficiência energética e de integração com a luz natural, segundo a Instrução Normativa do Inmetro para Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (INI-C);
	(e) análise crítica da iluminação artificial e da integração com a luz natural de uma tipologia comercial ou de serviço (hospitais, hotéis, escolas, restaurantes etc.), através de visitas <i>in loco</i> , com aplicação dos conceitos aprendidos, medição com luxímetro e entrevistas com usuários;
	(f) avaliação individual sobre tipos de fontes de luz, tipos de luminárias, sistemas de controle, eficiência energética e dimensionamento.

Fonte: Autores, 2025.

As atividades avaliativas (c) e (f) são realizadas individualmente. As demais atividades são desenvolvidas em grupos de 4 a 5 alunos. As disciplinas acontecem no horário da manhã, sendo que boa parte dos trabalhos podem ser desenvolvidos durante as aulas à exceção do trabalho (e), que é essencialmente um trabalho em campo.

Como a primeira atividade consiste na avaliação da iluminação natural em um ambiente residencial, os alunos devem selecionar a moradia de um integrante do grupo, fazer os levantamentos necessários e avaliar por simulação computacional o atendimento à NBR 15.575:2013 e à proposta de alteração desta Norma, de 2021.

Quanto ao trabalho (b), no segundo período de 2024, os alunos desenvolveram maquetes de espaços de biblioteca, galeria de arte, igreja, estação de metrô, sala de aula, escritório, auditório e loja. Os sistemas de iluminação testados foram lanternim, *shed*, dutos de luz, claraboia e

prateleira de luz. Após concluídos, os trabalhos foram apresentados em aula e os grupos foram avaliados pelos demais, pela professora e pela monitora de pós-graduação com relação à geometria desenvolvida, ao processo de dimensionamento da abertura, à elaboração da proteção solar e à confecção da maquete em si. As maquetes foram observadas pelos alunos dos diferentes grupos sob a luz natural (Figura 1). As Figuras 2 de (a) a (e) mostra, como exemplo, duas das maquetes produzidas para a disciplina.



Figura 1: Dinâmica de avaliação das maquetes. Fonte: Autores, 2024.



(a) Galeria de arte - iluminação por *shed*.

(b) Ensaio sob luz natural - maquete galeria de arte.

(c) igreja com iluminação zenital tipo lanternim.

(d) Ensaio sob luz natural - maquete igreja.

Figura 2: Maquetes produzidas na disciplina. Fonte: Acervo da disciplina, 2024.

Quando da elaboração da maquete, os alunos são orientados de que, posteriormente, irão desenvolver um projeto de iluminação artificial para o mesmo ambiente. Assim, na terceira atividade, a maquete é reproduzida, em versão digital, no *software* de simulação Relux onde são selecionadas e inseridas as luminárias e o projeto é testado. Cabe colocar que, neste semestre, no intervalo entre o início da atividade de iluminação artificial e a elaboração final do trabalho, o programa Relux deixou de importar gratuitamente luminárias de fabricantes brasileiros. Tal fato fez com que a disciplina tivesse que ser emergencialmente readequada para o uso de luminárias internacionais cadastradas pelos fabricantes que custeiam o *software*. Em função deste problema esta prática será migrada para o programa Dialux no próximo semestre.

Os alunos tiveram liberdade para a escolha das tipologias que foram exploradas no último trabalho da disciplina. Assim, os trabalhos incluíram a visita e a análise da iluminação natural e artificial de lojas, praças de alimentação de shoppings, restaurantes, academias, museus, hospitais, supermercados e salas de aula. As visitas aos locais selecionados e as medições com o luxímetro ocorreram nos períodos diurno e noturno, a fim de avaliar o atendimento às normas de iluminação natural e artificial. Este trabalho foi apresentado em sala de aula, onde cada grupo avaliou os demais quanto às escolhas dos estudos de caso e quanto às análises realizadas.



As duas avaliações individuais são realizadas com consulta ao material didático da disciplina, que inclui uma apostila, apresentações, normas técnicas, planilhas e os *softwares* utilizados na disciplina (Excel, ClimateStudio, Sun Tool e Relux). As avaliações são sempre feitas no Laboratório de informática para que os alunos possam usar os métodos de avaliação de sua preferência.

Além das atividades, nas aulas teóricas são apresentados aos alunos repertórios com diferentes sistemas de iluminação natural e artificial. Além das apresentações digitais, os alunos também têm acesso a livros, catálogos e a diferentes modelos de lâmpadas e luminárias.

Diante dos diferentes métodos de ensino adotados e das diferentes atividades realizadas nessa disciplina para o ensino da iluminação natural e da iluminação artificial, o objetivo do presente estudo foi avaliar a contribuição das atividades para o aprendizado de iluminação, e identificar possíveis métodos de ensino que possam ser aprimorados.

### 3. Procedimentos Metodológicos

Após revisão da literatura sobre o tema, foi desenvolvido e aplicado questionário *via Google Forms*, a alunos egressos das disciplinas de iluminação. O Questionário foi respondido de forma anônima e a participação dos alunos foi voluntária, processo confirmado por meio de assentimento a um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. As respostas foram avaliadas por meio de ponderação das preferências ou de Escala Likert (Gil, 2008).

O questionário buscou compreender: a) habilidades e competências adquiridas durante a disciplina em cada atividade proposta; b) quais práticas foram consideradas mais eficientes para o aprendizado dos conceitos de iluminação natural e artificial; c) a aplicabilidade percebida dos conhecimentos luminotécnicos obtidos por meio das atividades desenvolvidas; d) o nível de motivação e envolvimento com as atividades desenvolvidas; e) as principais dificuldades encontradas durante a execução das atividades; e f) comentários livres.

Parte das perguntas objetivas demandavam a resposta em escalas de satisfação. Para perguntas referentes a contribuições para o aprendizado, os alunos podiam marcar mais de uma alternativa. As duas últimas perguntas abertas possibilitaram a inclusão de comentários qualitativos adicionais e a descrição de dificuldades encontradas nos processos de aprendizado.

O questionário foi disponibilizado para todos os alunos egressos das disciplinas de iluminação, mas para o presente artigo foram selecionadas e avaliadas apenas as respostas do turno da manhã no 2º período de 2024. A seleção de apenas 1 semestre se deu para facilitar a interpretação das respostas.

### 4. Resultados

Dos 42 alunos matriculados, 33 responderam ao questionário, representando uma amostra de 78% do público-alvo.

A Tabela 1 apresenta as respostas dos alunos sobre a ordem de contribuição, variando em uma escala de 1º a 6º, onde 1º representa maior contribuição e 6º, menor contribuição. As respostas obtidas por grau de contribuição de cada atividade foram ponderadas, considerando o peso dentro de uma escala de 1 a 5, sendo este peso variável conforme o número de atividades tratadas em cada tema. Valores  $\geq 3,0$  foram classificados como “muito relevantes”; valores entre 2,5 e 2,9, como “relevantes” e valores abaixo de 2,5 como “pouco relevantes”.

Tabela 1: Contribuição das atividades para o aprendizado

Tema	Ordem de contribuição para o aprendizado						Repostas recebidas	Valores ponderados	
	1°	2°	3°	4°	5°	6°			
<i>Peso para ponderação</i>		5,0	3,7	2,4	1,0				
Atividades Geometria Solar	Elaboração de proteção solar para a maquete	12	10	10	1		33	3,7	
	Técnicas aprendidas na disciplina de conforto térmico	11	5	7	9		32	3,1	
	Simulação computacional (ClimateStudio)	5	10	7	11		33	2,7	
	Modelagem de brise no Sun tool	5	8	9	11		33	2,6	
	Nenhuma	0	0	0	1		1	-	
<i>Peso para ponderação</i>		5,0	4,1	3,3	2,5	1,7	1,0		
Atividades Iluminação Natural	Processo de elaboração da maquete com iluminação natural	9	7	11	3	2	1	33	3,7
	Cálculo de abertura zenital com o uso da planilha	8	10	4	3	1	7	33	3,3
	Repertório de sistemas	7	4	4	9	5	4	33	3,0
	Simulação computacional no ClimateStudio	3	6	4	4	11	5	33	2,6
	Trabalho sobre ambientes residenciais	3	1	6	9	8	5	32	2,5
	Trabalho sobre tipologias	3	5	4	5	6	10	33	2,5
	Nenhuma	0	0	0	0	0	1	1	-
<i>Peso para ponderação</i>		5,0	4,0	3,0	2,0	1,0			
Atividades Iluminação Artificial	Elaboração de projeto de iluminação artificial	11	7	9	4	2		33	3,6
	Cálculo de iluminação artificial com o uso da planilha	10	6	9	4	4		33	3,4
	Repertório de projetos	6	6	5	8	8		33	2,8
	Trabalho sobre tipologias	5	8	4	8	8		33	2,8
	Simulação computacional no Relux	1	6	6	9	10		32	2,3
	Nenhuma	0	0	0	0	1		1	-
Legenda	Pouco relevante		Relevante			Muito relevante			

Fonte: Autores.

Pela Tabela 1 verifica-se que o processo de elaboração da maquete para um sistema de iluminação natural com proteção solar (aprendizagem baseada em projeto), foi a atividade que mais contribuiu para o aprendizado de geometria solar e de iluminação natural. Para o aprendizado de geometria solar as técnicas aprendidas na disciplina de Conforto Térmico também foram consideradas “muito relevantes” (aprendizagem baseada em problema), sendo o uso de programas computacionais também considerado como “relevante” (aprendizagem baseada em projeto).

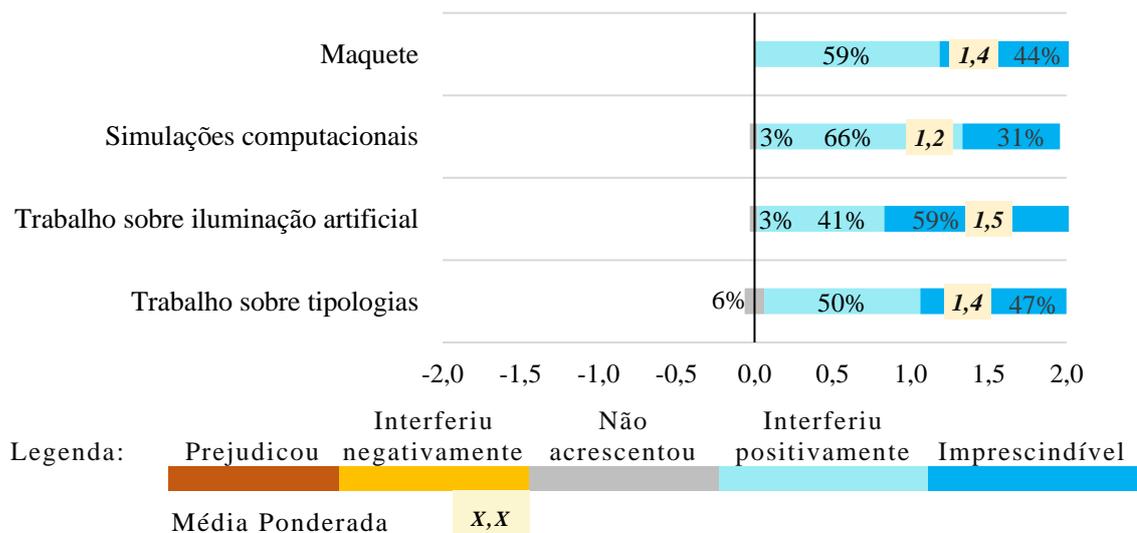
Já para o aprendizado de iluminação natural, além da maquete (aprendizagem baseada em projeto), foram consideradas “muito relevantes” a apresentação de repertório de sistemas de iluminação natural (aprendizagem baseada na experiência) e o uso da planilha para cálculo de aberturas zenitais (aprendizagem baseada em problema). As demais atividades também foram consideradas relevantes para o aprendizado da disciplina.

Para o aprendizado de iluminação artificial, os alunos elegeram a elaboração de um projeto luminotécnico como a atividade mais proveitosa (aprendizagem baseada em projeto), seguida do cálculo em planilha Excel. As atividades relativas a repertório de sistemas e atividades de visitas a campo foram consideradas “relevantes” (aprendizagem baseada na experiência).

Os alunos também foram questionados como as metodologias de ensino aplicadas contribuíram para a compreensão do conteúdo da disciplina. Como simulações computacionais engloba-se o uso dos *softwares*, ClimateStudio e Relux, respectivamente para iluminação natural e para iluminação artificial. Os gráficos de 1 a 3 mostram os resultados em escala Likert (de -2 a +2), além da frequência percentual das respostas. Ponderações acima de 1,0 indicam uma contribuição “positiva” e acima de 1,5 uma contribuição “essencial” para o aprendizado. Ponderações abaixo de -0,5 indicam que a atividade “precisa ser revista” e entre -0,5 e +0,5, que a atividade “pode receber melhorias”.

O Gráfico 1 apresenta os resultados relativos aos métodos desenvolvidos nos trabalhos práticos. As respostas indicam que todos os trabalhos foram considerados “relevantes” sendo o trabalho de iluminação natural considerado como “essencial”. As simulações computacionais foram a atividade que recebeu a menor avaliação, ainda que “positiva”, talvez pelo problema havido com o programa Relux. Nenhuma atividade recebeu avaliação negativa.

Gráfico 1: Contribuição das metodologias para compreensão do conteúdo da disciplina

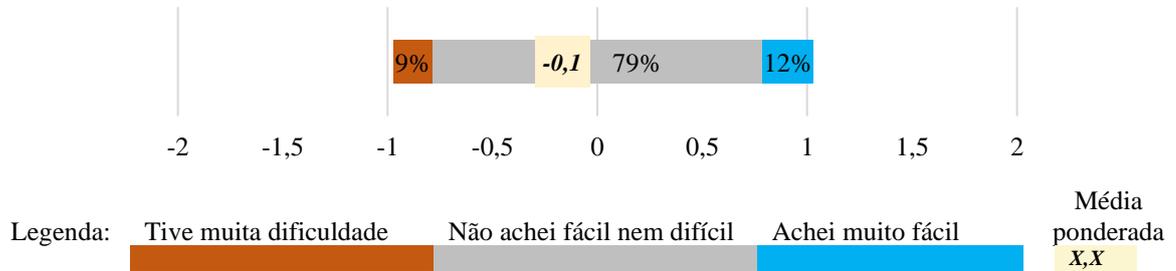


Fonte: Autores.

Especificamente sobre a elaboração da maquete, os alunos foram questionados sobre suas dificuldades (Gráfico 2). Observa-se que a maioria dos alunos respondeu de forma neutra, indicando, neste caso, que o grau de dificuldade da atividade está bem dimensionado. O Gráfico 3 mostra como a elaboração da maquete física influenciou a percepção dos alunos sobre a incidência de iluminação natural em ambientes internos; sobre a percepção da volumetria do projeto; e sobre o projeto de iluminação artificial. Observa-se que a maquete contribuiu para melhorar, principalmente, a percepção sobre iluminação natural, mas que todos os itens avaliados foram considerados como “positivos” ou “essenciais” para o aprendizado. Os alunos também indicaram o que alterariam no projeto do sistema de iluminação natural após os ensaios realizados na maquete (Gráfico 4), podendo marcar mais de uma opção. Neste caso, a necessidade de alterações na proteção solar foi o aspecto mais reconhecido pelos alunos, indicando que a atividade prática contribuiu para melhor visualização dos efeitos dos dispositivos

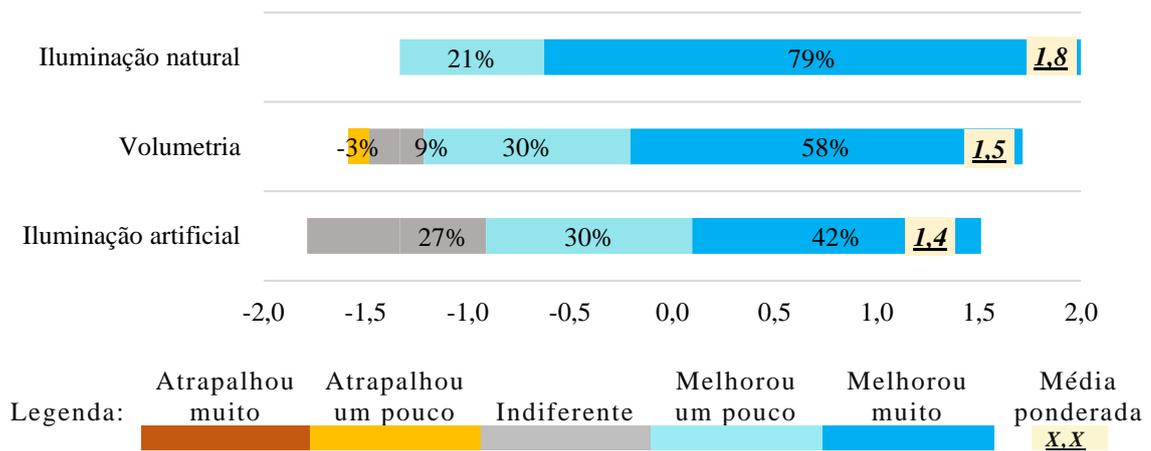
de proteção solar projetados. De modo geral 77% dos respondentes indicaram que fariam mudanças após a elaboração do trabalho, indicando ter havido um processo de amadurecimento ao longo da disciplina.

Gráfico 2: Dificuldades para transferir a ideia do papel para a maquete



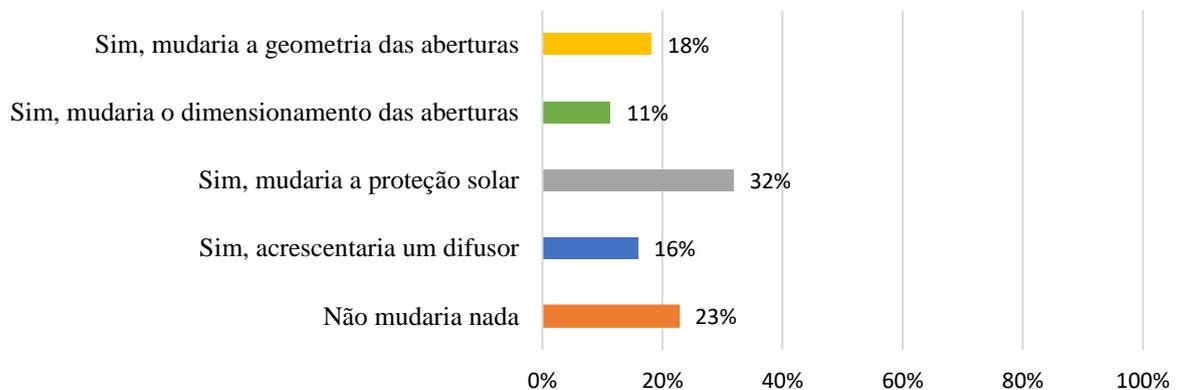
Fonte: Autores.

Gráfico 3: Influência da maquete para a percepção sobre iluminação natural, volumetria e iluminação artificial



Fonte: Autores.

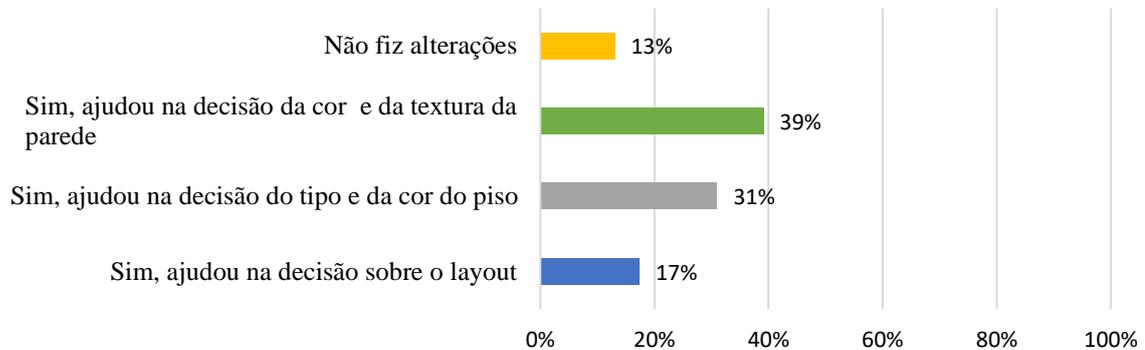
Gráfico 4: Influência da maquete para a percepção sobre iluminação natural, volumetria e iluminação artificial



Fonte: Autores.

A última pergunta sobre a maquete levantou se, sua elaboração, contribuiu para alterações no projeto de interiores referentes aos acabamentos indicados para o ambiente, e sobre decisões relativas ao layout dos espaços internos, pensando na incidência da iluminação natural. As cores das paredes e dos pisos foram as alterações mais citadas (Gráfico 5).

Gráfico 5: Influência da maquete para a percepção sobre iluminação natural, volumetria e iluminação artificial



Fonte: Autores.

Sobre as avaliações individuais, 94% dos alunos responderam não terem tido dificuldades que poderiam ter sido sanadas em sala de aula. Para aqueles que afirmaram terem tido dificuldades (2 alunos) foi questionada quais seriam essas dificuldades. Um dos alunos revelou que precisaria de uma revisão sobre geometria solar, enquanto o outro afirmou ter tido dificuldades com a especificação de luminárias e com a elaboração do projeto de iluminação artificial solicitado na prova.

Por fim, o último campo do questionário, de resposta não obrigatória, possibilitava aos alunos escreverem comentários gerais sobre a disciplina. Foram recebidos 6 comentários, todos positivos com elogios à disciplina. Como destaque, um dos alunos manifestou interesse em cursar outras disciplinas relacionadas a conforto e a eficiência energética.

## 5. Discussões

Dentre as metodologias aplicadas na disciplina, o processo projeto de um sistema de iluminação natural com a confecção de maquete (aprendizado baseado em projeto) foi considerado como o que mais contribuiu para o aprendizado na disciplina analisada. Durante o processo de execução dessa atividade, foi observado grande interesse dos alunos em entender o funcionamento dos sistemas que seriam dimensionados e sobre como prever a adequada proteção solar.

Sobre geometria solar, a média ponderada das respostas apontou a maquete como a metodologia que mais contribuiu para o aprendizado. Porém, cabe destacar que os alunos também avaliaram como significativas para o aprendizado as técnicas aprendidas na Disciplina de Conforto Térmico. Isso indica a importância do estabelecimento da disciplina de Conforto Térmico como pré-requisito das disciplinas de Iluminação Natural.

A avaliação com menor valor de ponderação, ainda assim considerada como “positiva” por parte dos alunos para o uso do *software* de projeto e simulação de iluminação artificial, bem como a dificuldade para a escolha de luminárias apontada por um dos alunos, pode ser associada à restrição do *software* até então utilizado na disciplina. Como já informado, o Relux passou a



usar gratuitamente apenas luminárias de fabricantes internacionais, que contribuem para a manutenção do *software*. Essa alteração ocorreu entre o início do ensino de iluminação artificial a execução do trabalho prático. Tal pode ter prejudicado a compreensão dos alunos sobre o uso do Relux, e, em especial, sobre a especificação de luminárias.

## 6. Considerações Finais

Diante das várias questões que tangenciam o projeto de iluminação natural e o projeto luminotécnico atual, diversificar as atividades, os problemas, as metodologias e as ferramentas empregadas nos processos de ensino da iluminação faz-se essencial para apresentar aos alunos entendimento teórico e formas de trabalho que permeiam o campo profissional da iluminação. Estudos mais aprofundados sobre a temática são essenciais para formar profissionais habilitados a solucionar tanto questões do projeto de iluminação natural quanto do projeto luminotécnico de forma global e integrada aos projetos arquitetônico e urbanístico.

Como postulado por Braga, Patron e Oba (2018), e pelos resultados encontrados na presente pesquisa, compreendeu-se que o exercício da maquete física traz os melhores entendimentos de geometria solar e do projeto da luz natural (aprendizado baseado em projeto). As autoras acreditam que, as possibilidades de manejo do trabalho físico, na compreensão da problemática na tridimensionalidade, potencializada pelos testes com a dinâmica da luz do dia, fortalece o processo de visualização dos problemas e de busca de soluções para as questões encontradas.

No entanto, apesar do destaque da maquete física, entende-se que várias são as ferramentas possíveis para o ensino do projeto em iluminação atual e não se deve utilizar apenas uma delas. Encontrar soluções que englobem saúde e conforto do usuário, sustentabilidade e eficiência energética, traz complexidades ao projeto luminotécnico que só podem ser resolvidas com metodologias diversas e integradas.

A aprendizagem baseada em problema, em projetos e na experiência, identificadas por Sousa *et al.* (2023), traz uma gama de complexidades no momento da aplicação dos conhecimentos teóricos aprendidos, que envolvem diversificar não só as ferramentas de projeto, mas as habilidades sociais de trabalho em equipe, liderança e a diversidade de experiências.

Com base nas dificuldades apresentadas pelos alunos, estão em estudo novas metodologias a serem aplicadas em sala de aula nos próximos períodos da disciplina, para melhorar o aprendizado sobre geometria solar, além da adoção de novo programa gratuito para a elaboração de projeto e simulação de iluminação artificial. Trabalhos futuros investigarão o impacto dessas intervenções propostas para o aprendizado dos alunos.

## Referências

BRAGA, G. P.; PATRON, R.; OBA, M. **Maquetes de papelão no estudo de forma, espaço e luz: exercício estruturado aplicado na disciplina de projeto de primeiro ano.** Cadernos Pós, v. 18, n. a, 2018. DOI:10.5935/cadernosarquitetura.v18n1p. Acesso em 09 jan. 2025.

CASTAÑO, A. G.; PEREIRA, F. O. R. **Estudos de iluminação natural com modelos em escala sob céu de caixa de espelhos.** In: VIII Congreso Panamericano de Iluminación, 2006, Montevideo. Anais do LUXAMERICA 2006, 2006. v. único. p. 1-7.



CAMUZATO, A.; FRANCA, S. S.; FONSECA, R. W.; PEREIRA, F O R. **Avaliação comparativa dos efeitos não visuais da iluminação natural: espaço real, maquete e simulação.** ENTAC 2024, 2024, Maceió. Anais do XX ENTAC. Porto Alegre: ANTAC, 2024. v. único. p. 1-14. Doi: <https://doi.org/10.46421/entac.v20i1.6378>

FOLEY, G. Understanding adult education and training. 2. ed. London: Routledge, 2020.

GARCIA, M. S.; CASTRO, M. L. A. C.; SOUZA, R. V. G. Perspectivas para a difusão da tecnologia LED face à configuração do paradigma da sustentabilidade. **Cadernos PROARQ (UFRJ)**, v. 25, p. 160-176, 2015.

GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

IBARRA, Diego; REINHART, Christoph F. **Teaching Daylight Simulations Improving Modeling Workflows for Simulation Novices.** Proceeding of BS2013, 13th Conference of International Building Performance Simulation Association, France. 2013. p. 1135. Em: [https://www.aivc.org/sites/default/files/p\\_2531.pdf](https://www.aivc.org/sites/default/files/p_2531.pdf)

MENDES, L. C. F.; MONTEIRO, L. A.; SANTOS, M. S.; SANTOS, A. S. C.; SOUZA, R. V. G. **Estímulo circadiano pela iluminação natural em salas de aula de ensino superior.** ENTAC 2024, 2024, Maceió. Anais do ENTAC 2024. Porto Alegre: ANTAC, 2024. v. 1. Doi: <http://dx.doi.org/10.46421/entac.v20i1.5778>

MONTEIRO, L. A.; MEDEIROS, H. G.; SOUZA, R. V. G. **Desafios na aplicação da sustentabilidade nas compras públicas: retrofit do sistema de iluminação em instituição de ensino superior.** XVII Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, 2023, São Paulo. Anais do ENCAC 2023. Porto Alegre: ANTAC, 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.46421/encac.v17i1.3814>

PEREIRA, F. O. R.; PEREIRA, R. C.; CASTAÑO, A. G. **Quão Confiáveis podem ser os Modelos Físicos em Escala Reduzida para Avaliar a Iluminação Natural em Edifícios?** In: XI Encontro Nacional e VII Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído, 2011, Búzios - RJ. Anais ENCAC 2011. Rio de Janeiro: UFRJ, 2011. v. 1. p. 1-10.

SOKÓŁ, N.; MARTYNIUK-PĘCZEK, J. Lighting education for architects, the barriers and challenges: a survey of architecture students. **World Transactions on Engineering and Technology Education**, v. 17, n. 4, p. 420-424, 2019.

SOUSA, J. A. B.; DALTROZO, J. D.; AMORIM, C. N. D.; MARTAU, B. T. Ensino de Iluminação: Análise comparativa do panorama internacional e nacional por meio de revisão sistemática de literatura. **Gestão & Tecnologia de Projetos.** São Carlos, v.18, n.3, 2023. DOI: <https://doi.org/10.11606/gtp.v17i3.211434>

SOUZA, R. V. G. **Uma atuação constante em normalização: o caso da Norma de Iluminação Natural.** In: TAU 30 ANOS: História do Departamento de Tecnologia do Design, da Arquitetura e do Urbanismo UFMG. 1ed. São Paulo: Pimenta Cultural, 2024, v. 1, p. 209-2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.31560/pimentacultural/2024.99499.10>