

HUM@NÆ

Questões controversas do mundo contemporâneo

v. 15, n. 2

REPRESENTAÇÃO GRÁFICA E PROJETO DE PRODUTO: um experimento didático utilizando software de modelagem geométrica tridimensional

Vinicius Albuquerque FULGÊNCIO¹

Filipe Brito Marinho de BARROS²

Resumo

Este trabalho tem como objetivo investigar os limites e potencialidades das tecnologias da computação gráfica no processo de projeto. Para isso foi desenvolvido um experimento didático, utilizando o software SketchUp, que foi analisado através de questionário e avaliação da atividade. Os principais resultados mostraram que o software é de fácil utilização e auxiliou no processo de ensino-aprendizagem. A representação gráfica e o processo de projeto estão fortemente associados e precisam ser abordados de maneira multidisciplinar, integrada e contextualizada.

Palavras-chave: Expressão Gráfica, Modelagem Digital, SketchUp, Cobogó, Arquitetura

1 Docente do Departamento de Expressão Gráfica da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Pesquisador do Laboratório de Estudos em Tecnologias de Representação Gráfica. Doutorando em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Mestre em Desenvolvimento Urbano (UFPE) e Bacharel em Arquitetura e Urbanismo (UFPE). E-mail: vinicius.fulgencio@ufpe.br

2 Doutorando em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Mestre em Engenharia Nuclear (UFPE) e Bacharel em Engenharia de Minas (UFPE). E-mail: filipebmb@gmail.com

Resumen

Este trabajo tuvo como objetivo investigar los límites y potencialidades de las tecnologías de computación gráfica en el proceso de diseño. Para eso fue desarrollado una experimentación didáctica, utilizando el programa SketchUp, que ha sido analizado por medio de cuestionario y evaluación de la actividad. Los principales datos demuestran que el programa es de fácil utilización y auxilió en el proceso de enseñanza-aprendizaje. La representación gráfica y el proceso de diseño se ponen relacionados y necesitan ser estudiados de manera multidisciplinar, integrada y contextualizada.

Palabras-clave: Expresión Gráfica, Modelado Digital, SketchUp, Cobogó, Arquitectura

1. INTRODUÇÃO

A representação gráfica é imprescindível para qualquer área que envolva criação de objetos, uma vez que é a partir dela que a ideia do projeto é externalizada do campo mental. Assim os profissionais da área de Arquitetura e Urbanismo, Engenharia e Design precisam conhecer as regras dos sistemas de representação para tornar a ideia em algo que possa ser executado (MONTENEGRO, 2001). Nesse sentido Lawson (2011) aponta que é prática dos projetistas externalizarem suas ideias através de desenhos, modelagens, cálculos e escrita. No entanto são as representações gráficas, ou seja, os desenhos, esboços e rabiscos responsáveis por um processo de diálogo ao longo do projeto, quase que numa relação dialógica. Nesse sentido afirma Corbusier (1923) que a linguagem do projetista é o desenho e suas relações geométricas.

No entanto, observa-se que tanto no ensino básico como no ensino superior há uma forte supressão e/ou condensação das disciplinas de geometria e representação gráfica. Tal fato resulta no comprometimento das competências básicas dos estudantes na realização de tarefas que envolvam a comunicação e representação gráfica (VALENTE, 2003; FULGÊNCIO *et al*, 2021). Além disso, observa-se que o interesse dos estudantes nas disciplinas de representação gráfica está voltado a utilização das tecnologias de computação gráfica, em especial os softwares CAD (Computer Aided Design/ Drawing). Sabe-se que essas tecnologias são importantes e auxiliam no processo de ensino-aprendizagem, mas é preciso evidenciar para os estudantes que os conteúdos dessas disciplinas vão além da manipulação de software (BARROS; CORREIA, 2007).

Diante do exposto nota-se a importância de se trabalhar os conteúdos que envolvem o desenvolvimento das habilidades voltadas para a representação gráfica. Dentre elas, Rêgo (2008) destaca a Capacidade Visiográfica-Tridimensional que, em linhas gerais, trata-se da capacidade de percepção e compreensão das formas (de caráter tridimensional) e representá-las por meio de perspectivas e vistas ortográficas (bidimensional), bem como através de maquetes e modelos geométricos (tridimensional). Para desenvolver a Capacidade Visiográfica-Tridimensional, Rêgo (2008) aponta que a Educação Gráfica - materializada nas disciplinas de geometria gráfica - se constitui no meio para fundamentar os profissionais da área com conhecimentos relativos à representação, manipulação e geração da forma. A representação gráfica é uma importante mediadora ao longo do processo de projeto, pois através dela ordena-se o pensamento por meio da linguagem gráfica, fornecendo suporte às soluções construtivas, método projetual, documentação e execução. Desse modo, investigações que estudem a relação entre a representação gráfica e o processo de projeto são necessárias para a construção do conhecimento das áreas de projeto de produto (FULGÊNCIO; CARVALHO, 2018).

Embora a Educação Gráfica – definida por Rêgo (2008) – ocorra no contexto de disciplinas, podemos interpretar que ela ocorre em contextos externos às disciplinas, mas dentro de um processo de formalização e sistematização do conhecimento, como em projetos de extensão, cursos extracurriculares e oficinas pedagógicas. Paviani e Fontana (2009) argumentam que uma oficina pedagógica é uma forma de articulação entre os conhecimentos teóricos e práticos dentro de uma estratégia integradora a partir de vivências concretas. Nessas ações o processo de aprendizagem se dá pela ação e reflexão, ou seja, o conhecimento é construído pela apropriação, construção e produção da teoria e prática.

Nesse sentido, esse estudo se estruturou a partir de um experimento didático de representação gráfica (dentro do contexto de uma oficina pedagógica), de um questionário de percepção aplicado com os estudantes envolvidos na atividade e da avaliação dos trabalhos produzidos. A oficina pedagógica ocorreu de forma online, devido a pandemia do Covid-19, e teve como público estudantes de Arquitetura, Engenharia e Design de uma faculdade particular localizada na cidade de Imperatriz –

MA, Brasil. O foco dessa pesquisa é investigar os limites e potencialidades das tecnologias de computação gráfica para o processo de projeto e representação de artefatos.

2. METODOLOGIA

2.1. Experimento didático

A oficina pedagógica de representação gráfica, com carga-horária de 8 horas, foi ofertada para um grupo de estudantes de Arquitetura, Engenharia e Design de uma faculdade privada localizada na cidade de Imperatriz (MA, Brasil). A oficina ocorreu de maneira remota por meio de uma ferramenta de videoconferência, num período de dois dias de 4 horas/ aula. O objetivo da oficina foi que cada estudante desenvolvesse um cobogó utilizando um software de modelagem geométrica tridimensional. Para isso, foram trabalhados os seguintes conteúdos: (i) representação gráfica e processo de projeto; (ii) história da arquitetura e do design; (iii) modelagem geométrica tridimensional. Os conteúdos de representação gráfica e processo de projeto, bem como o de história da arquitetura e do design configuram os conteúdos teóricos que deram suporte ao desenvolvimento da atividade prática. Por sua vez, o conteúdo de modelagem geométrica tridimensional configura o conhecimento prático que, a partir dos conhecimentos teóricos, possibilitou o desenvolvimento da atividade fim: a elaboração de um modelo digital de um cobogó.

O conteúdo de representação gráfica e processo de projeto apresentou discussões e reflexões sobre concepção, soluções e execução de um projeto utilizando a representação gráfica como mediadora. Apresentou reflexões sobre a diferença entre os conhecimentos relativos à representação gráfica, projeto e as ferramentas, ou seja, a diferença entre conteúdo e softwares. Discutiu as vantagens e possibilidades da modelagem geométrica 3D nos processos de representação e de projeto. O conteúdo de história da Arquitetura e do Design apresentou e discutiu as funções e experiências no campo prático, a partir da historiografia, do artefato de estudo da oficina: o cobogó. Foram apresentados projetos de edifícios nacionais e internacionais, de diversos tempos históricos, onde o cobogó é/foi protagonista das obras arquitetônicas e as questões técnicas do objeto. Após a apresentação dos referenciais projetuais foi

lançada a atividade proposta: desenvolver um cobogó em software de modelagem geométrica tridimensional. O conteúdo de modelagem geométrica tridimensional, de caráter prático, ocorreu utilizando o software Google SketchUp, uma tecnologia de computação gráfica do tipo CAD (Computing Aided Design/Drawing) que permite a criação de objetos tridimensionais a partir de elementos geométricos básicos: ponto, linha, plano e volume. De forma integrada foi abordada a utilização dos comandos do software, as possibilidades de representação gráfica e as soluções projetuais, ou seja, construindo o conhecimento a partir da ação e reflexão. A Figura 1 apresenta um diagrama síntese da abordagem realizada na oficina.

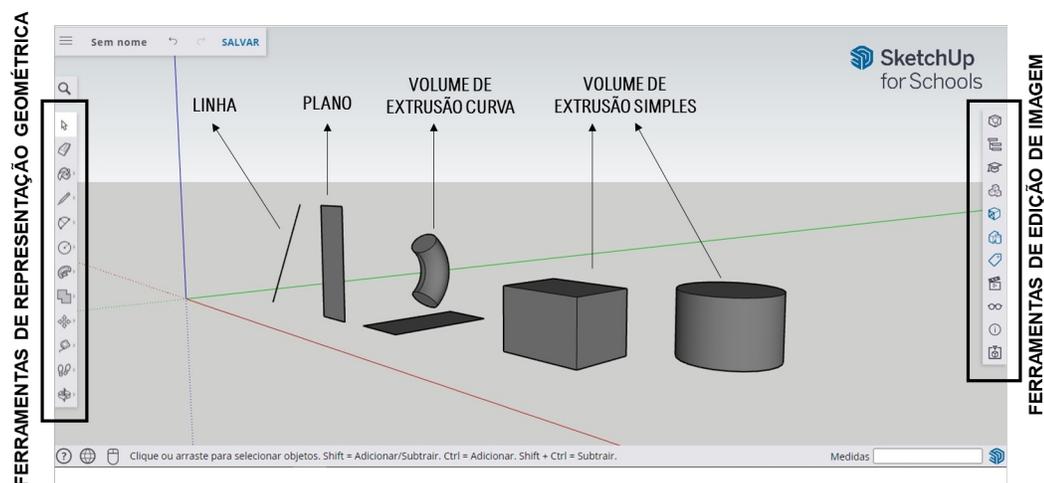


Fonte: Autores, 2021.

A escolha do cobogó como objeto de estudo da oficina foi pelas seguintes motivações didáticas: importância técnica e cultural na história da arquitetura, tempo de execução e variedade de soluções formais. O cobogó é um elemento vazado que permite a ventilação natural, proteção solar, iluminação e privacidade. Trata-se de um elemento industrial, desenvolvido no contexto da arquitetura moderna, de influência dos elementos tradicionais de vedação (muxarabi, rótulas etc.) e que responde a uma série de necessidades ao clima brasileiro e é utilizado até a atualidade (CAMACHO; SACHT; VETTORAZZI, 2018). Tendo em vista a sua importância técnica dentro de um contexto sociocultural e seu destaque na arquitetura brasileira é um objeto interessante de ser explorado em experimentos didáticos. Além disso devido a curta carga-horária da oficina só foi possível desenvolver e concluir a atividade em tempo hábil de um objeto pequeno.

A utilização do SketchUP na oficina se deu, pois, este software é uma excelente alternativa para o desenvolvimento de modelagem geométrica tridimensional quando comparado a outros softwares. Dentre outras vantagens, a sua interface de fácil compreensão facilita o processo de aprendizagem. Trata-se de um software leve, do ponto de vista do processamento do computador, é bastante intuitivo quanto ao uso e possui um conjunto de comandos que podem ser aplicados a várias áreas que envolve projeto de produto, tais como Arquitetura, Engenharia e Design (OLIVEIRA, 2015). Além disso, o SketchUP tem diversas versões, desde gratuita, escolar e até versões para profissionais liberais e empresas. Conforme já mencionado, sua interface é bastante intuitiva e na versão escolar encontramos uma tela bastante sintética. A Figura 2 apresenta a interface do SketchUP *for Schools* (versão escolar). Nela encontramos as ferramentas de representação gráfica à direita, as ferramentas de edição de imagem à esquerda e no centro a área de modelagem geométrica com os eixos coordenados (x, y, z). As ferramentas de representação gráfica são os comandos de criação de desenho (linha, plano, extrusão, deslocamento, medição, etc.) e os comandos de edição de desenho (apagar, rotacionar, copiar, selecionar, etc.), em suma são os comandos que permitem a modelagem geométrica em si. As ferramentas de edição de imagem são os comandos que permitem alterar cores, texturas, definir sistemas de projeção, filmar, etc., ou seja, são os comandos que permitem tratar e converter a modelagem geométrica em imagem. Ainda na Figura 2, são apresentadas os principais conjuntos de formas geradas a partir das ferramentas de representação geométrica.

Figura 2 – Interface da versão escolar do SketchUP e formas geométricas características.



Fonte: Autores, 2021.

A proposta experimental de realizar as atividades utilizando software de modelagem geométrica tridimensional foi feita por duas razões, quais sejam: (i) pela possibilidade de desenvolvimento da oficina em meio a pandemia de COVID-19; (ii) pelo avanço de pesquisas em andamento no Laboratório de Estudos em Tecnologias de Representação Gráfica – LABGRAF/UFPE (FULGÊNCIO, LOPES, GUSMÃO, 2019; FULGÊNCIO et al, 2021). Essas pesquisas vêm demonstrando o apelo que essas tecnologias têm na percepção dos estudantes que, muitas vezes, estão vinculadas mais aos processos de execução das tarefas do que necessariamente para uma melhor aprendizagem e, nesse sentido, essa pesquisa pode contribuir nas discussões que envolvem o ensino de representação gráfica em linhas gerais. Além disso, outras pesquisas (CARVALHO, 2004; MENDES, 2014; MACEDO, 2010) apontam os softwares de computação gráfica como potencializadores no processo de projeto.

2.2. Procedimento metodológico

Após a realização do experimento didático em forma de oficina foram realizados os seguintes procedimentos em ordem cronológica: recolhimento das atividades, aplicação dos questionários, análise das atividades e do exercício. A seguir serão apresentados os procedimentos metodológicos utilizados para a realização das análises divididas em dois blocos: (i) questionário (percepção dos estudantes); (ii) atividade (produto). A análise dos questionários permitiu compreender a percepção dos discentes quanto à experiência da oficina, enquanto a análise das atividades possibilitou entender de que maneira os conteúdos trabalhados dentro de uma ação reflexiva se materializaram no exercício proposto.

O primeiro bloco (questionário) foi estruturado a partir de nove perguntas divididas em dois grandes grupos: (i) perfil do estudante, buscando contextualizar os sujeitos envolvidos e o nível de experiência prévia de representação gráfica e uso de software; (ii) percepção dos estudantes sobre a atividade, buscando compreender a percepção dos estudantes em relação a abordagem didática, através de perguntas objetivas (múltipla escolha) e de perguntas subjetivas (questões abertas). Do total de 10 participantes, 07 concordaram em responder o questionário e, portanto, a pesquisa teve

como base 70% dos sujeitos que participaram do experimento. O questionário foi aplicado via aplicativo de gerenciamento de pesquisa, no formato online e não identificado. De modo que pudesse garantir a maior autonomia possível dos sujeitos e respostas mais livres.

O perfil do estudante buscou encontrar as seguintes informações: (i) curso de graduação; (ii) experiência prévia com o software SketchUp; (iii) experiência prévia com outros softwares de computação gráfica. Sobre a percepção do estudante em relação à atividade teve como objetivo obter as seguintes informações: (i) o nível de dificuldade na utilização do SketchUp (se sim ou não, justificar); (ii) nível de dificuldade da atividade; (iii) o que foi mais interessante da atividade; (iv) contribuições da computação gráfica no processo de projeto (se sim ou não, justificar); (v) contribuições da computação gráfica na representação gráfica (se sim ou não, justificar); (vi) pontos positivos e negativos da oficina. A Figura 3 apresenta a estrutura do questionário aplicado no experimento didático. Tendo em vista que as perguntas sobre a percepção da atividade exigiram justificativa ou eram de natureza subjetiva (resposta aberta) foram criadas categorias a partir do agrupamento de respostas conforme segue: (i) Ferramentas: respostas que tratassem dos comandos, operações, rapidez ou qualquer aspecto que envolvesse diretamente a tecnologia de computação gráfica utilizada; (ii) Conteúdo: respostas relacionadas aos assuntos trabalhados nos conteúdos teóricos e práticos: representação gráfica, processo de projeto, história da arquitetura e design e modelagem geométrica tridimensional; (iii) Didática: respostas que relataram opiniões da abordagem didática utilizada no experimento; (iv) Modalidade de Ensino: respostas relacionadas ao ensino em plataforma de videoconferência/sistema remoto; (v) Tempo: respostas que tratavam do tempo disponibilizado para a realização da oficina (aulas e atividade).

Figura 3 – Estrutura de questionário aplicado aos estudantes.

PERFIL DO ESTUDANTE
1 – Qual o seu curso?
<input type="checkbox"/> Arquitetura e Urbanismo
<input type="checkbox"/> Design
<input type="checkbox"/> Design de Interiores
<input type="checkbox"/> Design Gráfico
<input type="checkbox"/> Outros
2 – Já tinha experiência com o Sketchup?
<input type="checkbox"/> Sim

 Não

3 – Tem experiência com outro software?

Sim

Não

Se sim, qual software?	
<input type="checkbox"/> AutoCAD	<input type="checkbox"/> Rhinoceros
<input type="checkbox"/> Revit	<input type="checkbox"/> Promob
<input type="checkbox"/> ArchiCAD	<input type="checkbox"/> Outros

PERCEPÇÃO DO ESTUDANTE SOBRE A ATIVIDADE

4 – Você achou difícil utilizar o Sketchup?

Sim, por quê?

Não, por quê?

5 – O que você achou mais difícil da atividade?

6 – O que você achou mais interessante da atividade?

7 – Você achou que desenvolver o projeto no computador facilitou o processo?

Sim, por quê?

Não, por quê?

8 – A partir dessa experiência, você achou que o software facilitou a representação gráfica?

Sim, por quê?

Não, por quê?

9 - Como você avalia a experiência da oficina? Pontos positivos e negativos.

Fonte: Autores, 2021.

O segundo bloco (análise da atividade) foi estruturado a partir de quatro categorias analíticas, as quais tiveram como base os assuntos e temas trabalhados nos conteúdos práticos e teóricos da oficina. A partir dessas categorias foram determinadas classificações específicas com o objetivo de caracterizar os trabalhos resultantes da oficina para analisar como os conteúdos se materializaram na atividade e compreender as relações entre representação gráfica e projeto de produto numa perspectiva didática. As categorias e suas respectivas classificações foram organizadas da seguinte maneira:

i) Forma:

- Retas: aberturas geradas a partir de formas retas;
- Curvas: aberturas geradas a partir de formas curvas;
- Geométrica: forma e posicionamento de aberturas a partir de elementos geométricos;
- Livre: forma e posicionamento de aberturas a partir de formas livres.

ii) Módulo:

- Cobogó: abertura resultante da dimensão máxima do cobogó;
- Abertura: cobogó resultante das aberturas.

iii) Eixo:

- Simetria: as aberturas possuem eixo de simetria;
- Assimetria: as aberturas não possuem eixo de simetria.

iv) Referência Projetual:

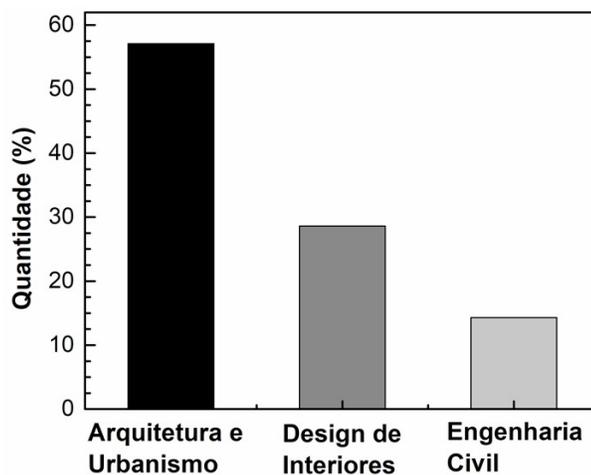
- Geométrica: referência formal a partir de elementos geométrico;
- Cultural: referência formal a partir de elementos culturais;
- Da natureza: referência formal a partir de elementos da natureza;
- Didática: referência formal a partir dos elementos apresentados na oficina.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. Perfil do Estudante

Quanto ao perfil dos estudantes foram levantadas as seguintes informações: 1) porcentagem de estudantes por curso; 2) experiência prévia com o software SketchUp; 3) experiência prévia com outro software de computação gráfica. Conforme pode ser verificado na Figura 4, a maioria dos estudantes são do curso de Arquitetura e Urbanismo (57%), seguido de Design (28%) e de Engenharia Civil (14%). Nota-se, então, que a temática sobre modelagem geométrica tridimensional atraiu mais o interesse de estudantes de Arquitetura e Urbanismo. No entanto esperava-se atrair igualmente todos os estudantes das áreas de desenvolvimento de projeto de produto (Arquitetura e Urbanismo, Engenharia e Design), considerando a importância desse conteúdo para essas áreas – conforme aponta Montenegro (2007) – bem como pelo atrativo das tecnologias digitais no ensino de representação gráfica, argumentado por Barros e Correia (2007).

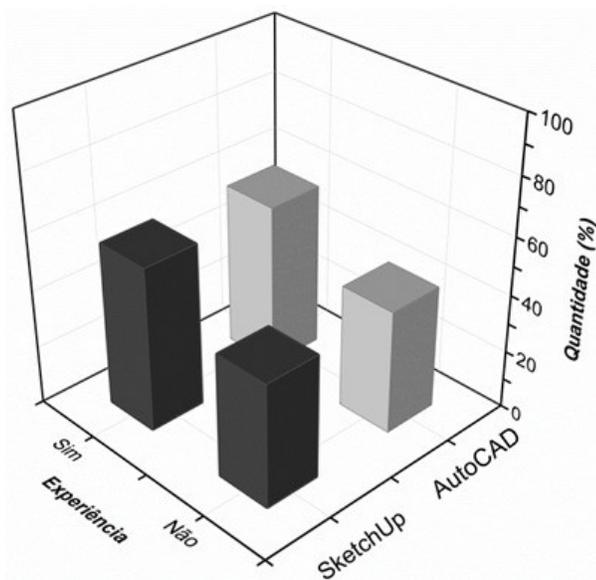
Figura 4 –Perfil dos estudantes por curso (em porcentagem)



Fonte: Autores, 2021.

A Figura 5 apresenta a experiência prévia desses estudantes com SketchUP e com outros softwares de computação gráfica. Desse grupo de estudantes, 47% já havia utilizado, em algum nível, o SketchUp, enquanto 42% não tinha qualquer tipo de experiência prévia. Quanto a experiência prévia com outro software, 47% já teve experiência, em algum nível, com outros softwares, enquanto 42% não possui qualquer tipo de experiência prévia. Desses 47% que utilizaram outros softwares, todos tinham experiência prévia com softwares CAD 2D (representação bidimensional). Diante do exposto, podemos identificar que os estudantes com experiência prévia com SketchUp e com outros softwares configura o mesmo grupo de sujeitos. Saber a experiência prévia nos permite supor o nível de dificuldade que os estudantes podem apresentar ao longo da atividade utilizando software computacional. Os dados mostram que a maioria possui experiência prévia e, portanto, espera-se que a maioria não apresente dificuldades significativas.

Figura 5 – Experiência prévia dos estudantes (em porcentagem).



Fonte: Autores, 2021.

3.2. Percepção dos Estudantes

Quanto a percepção dos estudantes, foram levantados os seguintes dados: 1) nível de dificuldade de utilização do software; 2) nível de dificuldade da atividade; 3) nível de interesse da atividade; 4) contribuição do software para o processo de projeto; 5) contribuição do software para a realização de representação gráfica e 6) avaliação da oficina (pontos positivos e negativos).

A Tabela 1 apresenta o nível de dificuldade no uso do SketchUp na percepção dos estudantes. Conforme mostram os dados, aproximadamente um terço declarou ter dificuldades na utilização do software. Essa dificuldade, segundo os estudantes, está relacionada a questões vinculadas às ferramentas. Por outra parte, que representa a maioria, declarou não ter sentido dificuldades quanto ao uso do SketchUp, tanto pela facilidade no uso das ferramentas, bem como pelo auxílio na aprendizagem de conteúdo. Conforme mencionado no item anterior, era esperado que a maioria dos estudantes não apresentasse dificuldades quanto à utilização do software, tendo em vista a experiência prévia. No entanto, os estudantes que apresentaram experiência prévia representavam 47% do total e 71,4% declararam não ter dificuldades quanto ao uso do software. Desse modo, foi identificado que mesmo àqueles que não possuíam experiência prévia sentiram facilidade no uso do SketchUp. Esses dados confirmam os

argumentos de Cruz *et al* (2018) e Oliveira (2015): que o SketchUp é um potencial aliado nos processos de ensino-aprendizagem de representação gráfica devido, dentre vários fatores, à sua interface intuitiva e de fácil utilização. No entanto é preciso salientar que um terço da turma, aproximadamente, declarou ter dificuldades que estavam diretamente ligadas às ferramentas. Portanto, mesmo sendo um software intuitivo ainda pode ser uma barreira nos processos de ensino-aprendizagem de representação gráfica e, conseqüentemente, no processo de projeto. Nesse sentido, Fulgêncio, Lopes e Gusmão (2019) apontam que dificuldades operacionais de representação gráfica (seja analógico ou digital) são percebidos pelos estudantes como grandes entraves nos processos de ensino-aprendizagem e resultam em dificuldades na execução de tarefas.

Tabela 1 – Nível de dificuldade de utilização do SketchUp.

Nível de dificuldade		Categoria (%)	
		Ferramenta	Conteúdo
Sim	28,6 %	100,0	-
Não	71,4 %	80,0	20,0

Fonte: Autores, 2021.

A Tabela 2 apresenta a avaliação da atividade segundo os seguintes aspectos: 1) o nível de dificuldade e interesse na realização da atividade; 2) contribuição do SketchUp no processo de projeto e de representação gráfica; 3) a avaliação geral da oficina: pontos positivos e negativos.

Quanto o nível de dificuldade na realização da atividade, a maioria dos estudantes declarou que a maior dificuldade encontrada estava associada às ferramentas do software, ou seja, a utilização dos comandos de representação gráfica e de edição de imagem. Isso contradiz com os dados encontrados sobre o nível de dificuldade no uso do software, em que os estudantes declararam facilidade no uso do SketchUp. Esperava-se que, se é fácil utilizar o software, as dificuldades encontradas na atividade não estariam relacionadas às ferramentas. Por outro lado, isso pode indicar que o contexto da atividade gerou demandas quanto ao uso das ferramentas de modo a criar dificuldades para sua realização. Tal fato poderia justificar a razão das dificuldades encontradas para o desenvolvimento da atividade estarem relacionadas às ferramentas. Morin (2003) alerta para a necessidade de considerar os contextos dentro

da construção do conhecimento, portanto o tipo de atividade pode mudar a percepção de dificuldade quanto ao uso de uma ferramenta, conforme encontrado nesse experimento. Ainda em relação ao nível de dificuldade na realização da atividade, um terço dos estudantes apresentou dificuldades quanto aos conteúdos, isto é, em associar a teoria com a prática dentro de uma ação reflexiva e dialética. Quanto ao nível de interesse na realização da atividade, o conteúdo resultou no maior atrativo, enquanto o uso da ferramenta e a abordagem didática aparecem em segundo plano. Esse dado demonstra que os estudantes acharam a oficina interessante pelo seu conteúdo e não pelas ferramentas e tecnologias, contradizendo Barros e Correia (2007) que afirmam que os estudantes tendem a confundir ferramenta e conteúdo. É claro que a pesquisa é de caráter experimental e, nesse sentido, não pode criar generalizações, mas indica que é possível os estudantes perceberem o protagonismo do conteúdo no processo de ensino-aprendizagem.

Já em relação às contribuições do SketchUp no processo de projeto e de representação gráfica, a maioria dos estudantes entende que as contribuições do software tanto para ao processo de projeto quanto para a representação gráfica estão associados ao uso das ferramentas. Esse dado reforçam os achados de Fulgêncio, Lopes e Gusmão (2019) quanto a forte associação criada pelos estudantes entre as atividades operacionais com as tecnologias de representação gráfica em detrimento das facilidades em aprender os conteúdos. Aqui confirma as proposições de Barros e Correia (2007), pois há uma confusão entre conteúdo e ferramenta.

Em relação aos pontos positivos e negativos da oficina, o uso de ferramentas destaca-se como ponto positivo – enquanto o conteúdo trabalhado na oficina e a abordagem didática aparecem em segundo plano – e o principal ponto negativo está vinculado com a modalidade de ensino, ou seja, o uso da plataforma de videoconferência. Em seguida aparecem o tempo e o conteúdo como pontos negativos, esses relacionados, uma vez que os estudantes declararam que o tempo foi insuficiente para o conteúdo da oficina. Fulgêncio (2019) identificou que essa relação entre tempo e o tipo de atividade é um problema levantado pelos estudantes que, muitas vezes, entendem que as atividades relacionadas a representação gráfica demandam muito tempo de execução. Por outro lado, Fulgêncio, Lopes e Gusmão (2019) identificaram

que essa preocupação dos estudantes com o tempo está fortemente ligada ao cumprimento das atividades em detrimento da aprendizagem. Aparentemente os conteúdos de representação gráfica são entendidos como um conhecimento essencialmente prático e, devido à visão segmentada, é possível que os estudantes tendam a focar nas questões de execução de tarefas.

Tabela 2 – Percepção dos estudantes sobre a atividade

PERCEPÇÃO DO ESTUDANTE SOBRE A ATIVIDADE		Categoria (%)				
		Ferramenta	Conteúdo	Didática	Modalidade de ensino	Tempo
Nível de dificuldade e interesse	Nível de Dificuldade	71,4	28,6	-	-	-
	Nível de Interesse	28,6	42,8	28,6	-	-
Contribuição do SketchUp	Desenvolvimento do Projeto	71,4	28,6	-	-	-
	Representação Gráfica	57,2	42,8	-	-	-
Avaliação Geral	Positivo	42,8	28,6	28,6	-	-
	Negativo	-	20,0	-	60,0	20,0

Fonte: Autores, 2021.

A percepção dos estudantes sobre os processos de ensino aprendizagem, nesse experimento, demonstrou foco nas ferramentas em detrimento do conteúdo. Ao mesmo tempo foram encontrados dados em que os estudantes priorizaram o conteúdo. Em primeira instância isso poderia indicar uma contradição da percepção dos estudantes, por outro lado – a partir de Lawson (2011), Montenegro (2001) e Carvalho (2004) – já se sabe que as habilidades de representação gráfica têm forte influência no processo de projeto de artefatos. Evidentemente que grandes habilidades de representação não garantem um bom projeto, mas elas são potencializadoras do processo criativo. Especialmente Montenegro (2001; 2007), aponta que em alguns casos os estudantes limitam as soluções projetuais em função de suas habilidades de representação gráfica. Nesse sentido, é possível dizer que as dificuldades de conteúdos e ferramentas em

atividades que envolvem o desenvolvimento de projetos de produto estão relacionadas de tal maneira que são indissociáveis. Portanto essa aparente confusão dos estudantes entre conteúdo e ferramenta pode ser resultado dessa indissociabilidade entre a representação gráfica e o processo de projeto. Nesse sentido, Morin (2003) aponta para os problemas causados pela segmentação do conhecimento e a necessidade de construí-lo de maneira multidisciplinar e contextualizada. A partir dessa premissa, é importante salientar que as disciplinas de representação gráfica e de projeto costumam ocorrer de forma separada e, desse modo, é possível que se reflita na dissociação que os estudantes apresentam quanto aos conteúdos e ferramentas.

3.3. Avaliação dos projetos

A Figura 6 apresenta os cobogós produzidos pelos estudantes durante a oficina pedagógica e a avaliação dessa atividade segundo as seguintes categorias: forma, módulo, eixo e referência projetual. A partir da análise e categorização foi possível identificar as decisões, tendências e relações projetuais buscando entender as relações dialéticas entre os conhecimentos teóricos e práticos, dentro do contexto de ação e reflexão.

Quanto à forma, verificou-se que a maioria dos cobogós foram produzidos a partir de retas e de relações geométricas. Em relação ao módulo, observou-se que a maioria dos cobogós foram criados a partir do módulo da peça e não das aberturas. Em outras palavras, as aberturas produzidas foram resultantes do módulo do próprio cobogó. Por sua vez, em relação ao eixo, a maioria dos trabalhos produzidos apresentaram simetria. Em linhas gerais é possível caracterizar os cobogós produzidos na oficina da seguinte maneira: aberturas com formas retas e baseadas em relações geométricas, com o módulo do próprio cobogó como referência e estruturados em eixos de simetria.

É provável que as formas encontradas na maioria dos trabalhos sejam resultado do menor grau de dificuldade em modelar elementos retos e geométricos. Modelar curvas exige um maior nível de habilidade e de conhecimento do software, bem como uma maior quantidade de passos para realizar a forma desejada. O uso de relações geométricas pode ser pelo próprio software que assinala automaticamente os principais

lugares geométricos, bem como pelos exemplos utilizados na explanação do conteúdo que apresentavam essas relações geométricas. O uso do cobogó como módulo e as relações de eixo de simetria também podem ter sido influenciados pelas referências projetuais apresentadas na oficina. De maneira mais específica temos os cobogós C1, C4 e C7 como os principais representantes das características mais presentes na amostra quanto à forma, módulo e eixo. Já os cobogós C5 e o C6 apresentam o maior conjunto de características divergentes do grupo majoritário, os quais foram os únicos a utilizarem formas livres. Por sua vez, o C3 é o que apresenta a maior combinação em termos de formas (retas, curvas e relações geométricas), enquanto o C2 foi o único que utilizou a abertura como módulo para gerar o cobogó.

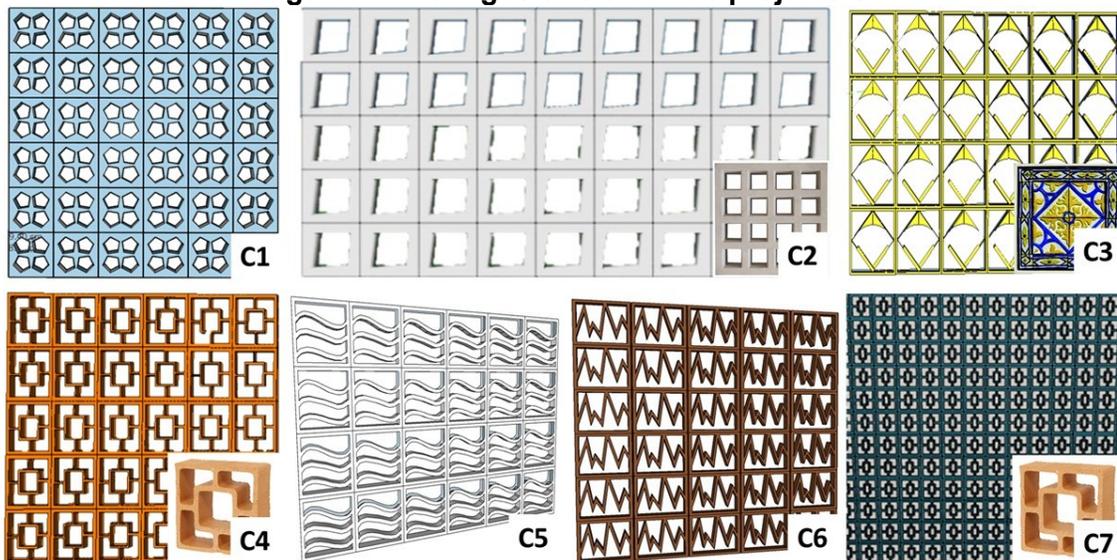
Em relação a referência projetual verificou-se que os cobogós C2, C4 e C7 se utilizaram dos exemplos apresentados na oficina, modificando apenas a escala e dimensões. O que se teve como resultado foi apenas a reprodução do objeto a partir da utilização do software. Nesse sentido, foram trabalhos que não atingiram o principal objetivo da atividade: criar um cobogó utilizando os conhecimentos teóricos e práticos trabalhados na oficina (representação gráfica, projeto, história da arquitetura e design e modelagem geométrica tridimensional). Ainda que tenham sido trabalhados os conteúdos de representação gráfica e de modelagem geométrica tridimensional, não houve uma relação com os demais conteúdos dentro de uma ação reflexiva. Os cobogós C3 e C5 foram desenvolvidos a partir de referenciais cultural e da natureza, respectivamente. O cobogó C3 teve como referência a azulejaria presente nos edifícios históricos do Maranhão e o estudante indicou em sua atividade a imagem de alusão. Já o C5 teve como referência as ondas das águas do rio que banha a cidade de Imperatriz e marca a paisagem urbana, segundo a declaração do estudante. O C1 foi resultado de um conjunto de relações geométricas a partir de diagonais, centros e rotação. Por fim o C6 não declarou, nem apresentou qualquer tipo de referência projetual, mas não reproduziu exemplos didáticos. A Figura 7 apresenta os cobogós formando paredes conceituais e suas respectivas referências projetuais.

Figura 6 – Classificação dos cobogós produzidos pelos estudantes.

CATEGORIA ANALÍTICA								QTDE (%)	
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7		
FORMA	retas	X	X	X	X		X	X	85,7
	curvas			X		X			28,6
	geométrica	X	X	X	X			X	71,4
	livre					X	X		28,6
MÓDULO	cobogó	X		X	X	X	X	X	85,7
	abertura		X						14,3
EIXO	simetria	X	X	X	X			X	71,4
	assimetria					X	X		28,6
REFERÊNCIA PROJETUAL	Relação geométrica	Referência didática	Referência cultural (azulejaria)	Referência didática	Referência da natureza (rio)	Não identificado/ declarado	Referência didática	-	

Fonte: Autores, 2021.

Figura 7 – Cobogós e referências projetuais.



Fonte: Autores, 2021.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da análise dos dados e das discussões com a literatura foi possível fazer algumas sínteses gerais. No entanto, é importante ressaltar que se trata de uma pesquisa experimental e, portanto, representa uma realidade específica de um grupo. O primeiro aspecto geral é que, aparentemente, as tecnologias de representação gráfica tendem a atrair mais estudantes de Arquitetura e Urbanismo em relação a Design e Engenharia. De todo modo é um dado impreciso, pois a pesquisa não teve acesso ao número de estudantes por curso, divulgação etc.

A partir das experiências prévias, a amostra demonstrou que os softwares CAD são os mais utilizados pelos estudantes, tanto os bidimensionais quanto os tridimensionais. Isso era de se esperar considerando que são softwares mais fáceis de utilizar e com ferramentas genéricas que permitem vários tipos de representação de produto, desde um jarro até um navio. O experimento demonstrou que o SketchUp é de fácil utilização para os estudantes, tendo em vista que mesmo aqueles que não possuíam experiência prévia consideraram o software fácil. No entanto, foi possível verificar que um software de fácil utilização pode se tornar difícil a depender da atividade que será realizada. Nesse sentido, é fundamental considerar o contexto do experimento didático como um todo: perfil do estudante, experiência prévia, modalidade de ensino, tempo, ferramentas, o objeto de estudo, entre outros. Isso reforça a influência que os contextos didáticos têm no processo de ensino-aprendizagem.

É vasta na literatura a relação entre o processo de projeto de produto e da representação gráfica. No entanto, a Educação Gráfica muitas vezes não está associada ao ensino de projeto e pode criar uma indissociabilidade que se reflete numa visão segmentada dos conhecimentos por parte dos estudantes. A partir das declarações de percepção dos sujeitos ficou evidente que tudo aquilo que envolvia a atividade prática, ou seja, representar e projetar não tinha relação com o conteúdo. Representar e projetar são atividades práticas, mas que ocorrem dentro de uma ação reflexiva e, portanto, de pensamento. A literatura indica que os estudantes confundem software com conteúdo, mas é preciso também investigar de que maneira a Educação Gráfica segmentada do processo de projeto também pode estar colaborando com essa percepção fragmentada do conhecimento que envolve as áreas de projeto de produto.

REFERÊNCIAS

BARROS, T.; CORREIA, A. *Quebrando Tabus: o ensino do desenho arquitetônico no curso de engenharia civil*. Anais: XVIII Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico. Curitiba: UFPR, 2007.

CAMACHO, D.; SACTH, H.; VETTORAZZI, E. De los elementos perforados al cobogó: histórico de uso en la arquitectura brasileira y consideraciones sobre su adaptación al clima. *PARC Pesq. em Arquit. e Constr.*, v. 8, n. 3, 2018.

CARVALHO, G. L. *Ambientes Cognitivos para Projetoção: um estudo relacional entre as mídias tradicional e digital na concepção do projeto arquitetônico*. 260f. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. CAC. Desenvolvimento Urbano, 2004.

CORBUSIER. *Por uma arquitetura*. São Paulo: Perspectiva Edições da USP, 1973.

CRUZ, R.; QUARTIERI, M.; KAPPAUN, P.; SANTOS, S.; IZARIAS, N.; GERSTBERGER, A. *O sketchup no ensino da geometria espacial*. Revista *Projeção e Docência*, v9, nº2, 2018.

FULGÊNCIO, V. Avaliação do ensino de representação gráfica arquitetônica para engenharias: um estudo de caso. *Engenharias, ciência e tecnologia 7* [recurso eletrônico] / Organizador Luís Fernando Paulista Cotian. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019.

FULGÊNCIO, V; CARVALHO, G. A Representação Gráfica no Projeto de Arquitetura: o caso da cúpula da Catedral Santa Maria del Fiore. *Revista Brasileira de Expressão Gráfica*, v. 6, n2, 2018.

FULGÊNCIO, V; LOPES, A; GUSMÃO, M. Representação Gráfica Arquitetônica Digital: avaliação do uso de novas abordagens didáticas para melhoria no processo de ensino-aprendizagem. *Retone: Novas Tecnologias na Educação*, v. 17, n1, 2019.

FULGÊNCIO, V; LOPES, A; SEABRA FILHO, S; MAGNO, A. Tecnologias Digitais Para O Ensino De Geometria Gráfica Em Cursos De Engenharias: Um Estudo De Caso. In: *Engenharia: a máquina que constrói o futuro*. Piracanjuba: Editora Conhecimento Livre, 2021.

LAWSON, B. *Como arquitetos e designers pensam*. Oficina de Textos, 2011

MACEDO, A. *Ambientes digitais de projetoção: um estudo da habilidade em estudantes de Arquitetura com a simulação do sombreamento e da ventilação para a Cidade do Recife*. 157p. Dissertação (Mestrado) – Universidade

Federal de Pernambuco, Pós-Graduação em Educação Matemática e Tecnológica, 2010.

MENDES, L. *Personalização de habitação de interesse social no Brasil: o caso da implantação urbana em conjuntos habitacionais*. 263 p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, 2014.

MONTENEGRO, G. *Desenho Arquitetônico*. 4a ed. São Paulo:Edgar Blucher, 2001.

MONTENEGRO, G. *Desenho de projetos*. São Paulo: Blucher, 2007.

MORIN, E. *A cabeça bem-feita*. 8. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003

OLIVEIRA, M. *SkecthUp aplicado ao projeto arquitetônico: da concepção à apresentação de projetos*. São Paulo: Novatec, 2015.

PAVIANI, N.; FONTANA, N.; *Oficinas pedagógicas: relato de uma experiência*. *Conjectura*, v. 14, n. 2, 2009.

RÊGO, R. *Educação gráfica para o processo criativo projetual arquitetônico: as relações entre a capacidade visigráfica tridimensional e a utilização de instrumentos gráficos digitais para a modelagem geométrica*. 320p.Tese (Doutorado) – Universidade Federal da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, 2008.

VALENTE, V. *Desenvolvimento de um Ambiente Computacional Interativo e Adaptativo para apoiar o Aprendizado de geometria Descritiva*. 132p. Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica. 132p, il. Tese (Doutorado), 2003.