

ENSINO DE DESENHO TÉCNICO: COMPARANDO SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GRÁFICA DIGITAL

ENSEÑANZA DE DIBUJO TÉCNICO: COMPARANDO SISTEMAS DE INFORMACIÓN GRÁFICA DIGITAL

TECHNICAL DRAWING TEACHING: COMPARING INFORMATION SYSTEMS DIGITAL GRAPHICS

FULGÊNCIO, VINICIUS ALBUQUERQUE

Doutor, Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Expressão Gráfica, Laboratório de Estudos em Tecnologias de Representação Gráfica, Programa de Pós-Graduação em Ergonomia, E-mail: vinicius.fulgencio@ufpe.br

CARVALHO, GISELE LOPES DE

Doutora, Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Expressão Gráfica, Laboratório de Estudos em Tecnologias de Representação Gráfica, E-mail: gisele.carvalho@ufpe.br

PUTTINI, ANA CAROLINA

Mestre, Universidade Federal de Pernambuco, Laboratório de Estudos em Tecnologias de Representação Gráfica, E-mail: carolina.pti@gmail.com

RESUMO

O presente artigo tem como objetivo discutir, a partir de um experimento didático em ambiente computacional, as implicações de duas sistematizações da informação gráfica no ensino de representação gráfica arquitetônica. Nesse sentido, foi realizado um experimento didático no curso de Engenharia Elétrica e Engenharia de Controle e Automação da Universidade Federal de Pernambuco, utilizando exclusivamente a mídia digital (computacional). A partir dos dados obtidos, foram investigados os limites e potencialidades dessas duas sistematizações por meio da aplicação de um questionário com os estudantes, bem como pela verificação do desempenho nos exercícios. Em termos didáticos, o conteúdo foi abordado de duas maneiras: 1) de acordo com os parâmetros do manual AsBEA e 2) de acordo com os parâmetros da NBR 6492, então vigente. O trabalho se justifica pela necessidade de investigar as possibilidades didáticas no ensino de representação gráfica arquitetônica utilizando-se de diferentes tipos de sistematização da informação gráfica digital. Em última instância, o trabalho busca investigar qual o melhor sistema de informação gráfica para o ensino-aprendizagem de representação gráfica arquitetônica aplicada às Engenharias. Os principais resultados mostraram que cada sistema tem seus limites e potencialidades e saber qual utilizar depende do contexto e objetivos da disciplina. No entanto, no experimento realizado, verificou-se uma preferência dos discentes pela utilização do sistema AsBEA, tendo como reflexo um melhor desempenho na atividade proposta que se utilizou desse sistema.

PALAVRAS-CHAVE: representação gráfica; ensino de engenharias; CAD.

RESUMEN

Este trabajo tiene como reto discutir, por medio de un experimento didáctico en ambiente computacional, las implicaciones de dos sistemas de información gráfica en la enseñanza de representación gráfica arquitectónica. Así, fue hecho un experimento didáctico en cursos de Ingeniería Eléctrica y de Automatización de la Universidade Federal de Pernambuco, utilizando exclusivamente el medio digital (computacional). A partir de los datos del experimento, han sido investigados los límites y potencialidades de esos dos sistemas por medio de aplicación de un cuestionario con los estudiantes y evaluación del desempeño en las actividades. Desde el punto de vista didáctico el contenido ha sido trabajado de dos maneras: 1) segundo los parámetros del manual AsBEA y 2) segundo los parámetros de la NBR 6492, entonces vigente. El trabajo se justifica por la necesidad de investigaciones acerca de las posibilidades didácticas en la enseñanza de representación gráfica arquitectónica utilizando de distintos tipos de sistemas de información gráfica digital. En última instancia, el trabajo busca investigar cual el mejor sistema de información gráfica para la enseñanza-aprendizaje de la representación gráfica arquitectónica aplicada a las Ingenierías. Los principales resultados nos muestran que cada sistema tiene sus límites y potencialidades y saber cuál utilizar depende del contexto y objetivos de la disciplina. Todavía, en el experimento realizado se ha verificado una preferencia de los alumnos por el sistema AsBEA, reflejando en un mejor desempeño en la actividad propuesta con este sistema.

PALABRAS CLAVES: representación gráfica; enseñanza de ingeniería; CAD.

ABSTRACT

This article aims to discuss, from a didactic experiment in a computational environment, the implications of two graphic information systematizations in the teaching of architectural graphic representation. In this sense, a didactic experiment was carried out in the course of Electrical Engineering and Control and Automation Engineering at a Universidade Federal de Pernambuco, using exclusively digital (computational) media. From the data obtained, the limits and potential of these two systematizations were investigated through a questionnaire application with the students, as well as the performance verification in the exercises. In didactic terms, the content was approached in two ways: 1) according to the parameters of the AsBEA manual and 2) according to the parameters of NBR 6492, then in force. The work is justified by the need to investigate the didactic possibilities in teaching architectural graphic representation using different systematization types of digital graphic information. Ultimately, the work seeks to investigate which is the best graphical information system for teaching-learning of architectural graphic representation applied to Engineering. The main results showed that each system has its limits and potential and knowing which one to use depends on the discipline context and objectives. However, in the experiment carried out, there was a student's preference for using the AsBEA system, reflecting a better performance in the proposed activity that used this system.

KEYWORDS: graphic representation; engineering education; CAD.

Recebido em: 11/04/2022

Aceito em: 09/11/2022

1 INTRODUÇÃO

Atividades como execução de desenho técnico, coleta de dados, estudo, planejamento, projeto, especificação, execução e fiscalização de obra são atribuídas aos Engenheiros e regulamentadas pela Resolução nº1010 do Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (CONFEA, 2005). Sabe-se que para o desenvolvimento dessas atividades é preciso conhecimentos relativos à interpretação, geração e manipulação das formas, bem como das normas técnicas de representação gráfica. Nesse sentido, o Conselho Nacional de Educação (CNE, 2021) dispõe em sua resolução que o Bacharel em Engenharia precisa cumprir um grupo de conteúdos básicos, dentre eles a comunicação e expressão gráfica.

Tal resolução destaca a importância do desenho técnico para os profissionais das engenharias, uma vez que a representação gráfica é imprescindível para as etapas de criação, transmissão, interpretação e análise das informações de projetos na construção civil. Para Silva (2001), o desenho técnico torna-se assim, o elemento de expressão e comunicação, ou de ligação, entre o projeto (concepção) e a execução.

Dentre os diversos conteúdos, a representação gráfica arquitetônica consta em alguns cursos de Engenharia da Universidade Federal de Pernambuco, nas disciplinas denominadas Desenho Técnico, as quais são voltadas para as representações, normas e convenções da representação gráfica de edifícios segundo as instruções da NBR 6492 (ABNT, 1994)¹. Essas disciplinas possuem 45h semestrais e seus conteúdos podem ser trabalhados, a depender da abordagem do professor, de duas maneiras: analógica (lápis e papel) e/ou digital (computação gráfica). Atualmente com a maior inserção de softwares de computação gráfica nas Universidades, seja através de parcerias com a indústria ou pelo financiamento público, é comum que ambas as abordagens sejam trabalhadas.

A computação gráfica sugere um novo paradigma na maneira de representar e, conseqüentemente, na maneira de projetar, indo além das novas possibilidades de ambientes de representação ou otimização nos desenhos técnicos e executivos (TSUKUMO, 2009). Dentre os diversos sistemas de computação gráfica, o *Computer Aided Design/Drawing* (CAD) é um dos mais utilizados em escritórios da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC), principalmente após a fase conceitual (BIZELLO; RUSCHEL, 2011).

A informação gerada ao longo do processo de projeto constitui-se no elo entre os participantes (engenheiros, arquitetos e clientes/usuários) e permite que seja possível verificar as metas, propostas e soluções do projeto (ANDRADE, 2012). A troca de informação eficiente atua diretamente na qualidade do projeto em todas as suas fases, desde as soluções projetuais, passando pela apresentação, até a fase de execução (OLIVEIRA; MELHADO, 2006 *apud* ITO, 2007).

As mensagens, ao longo do processo de projeto, podem ocorrer de forma oral, escrita, numérica ou gráfica com qualquer tipo de mídia e originária a partir de qualquer um dos envolvidos no projeto (MELHADO; CAMBIAGHI, 2006 *apud* ITO, 2007). Para este trabalho, interessam aquelas de natureza gráfica que segundo Andrade (2012) são informações que, a partir de símbolos e códigos, possibilitam a comunicação de uma ideia. Elas são usadas em todas as fases do processo de projeto e podem ser feitas por meio de representações gráficas bidimensionais, modelos, perspectivas, etc.

A organização dos dados de um projeto é fundamental para uma melhor comunicação entre os profissionais da área. Trata-se de um aspecto da própria natureza do projeto: a complexidade que envolve a visualização simultânea dos elementos construtivos. Se por um lado é necessária, ao mesmo tempo, a exibição em totalidade dificulta esse processo (GIACAGLIA, 2001). No intuito de organizar esses dados, a Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (AsBEA) desenvolveu um conjunto de normas, baseadas em parâmetros internacionais, que visam padronizar essa informação digital (RUSCHEL; BIZELLO, 2011). Tal padronização refere-se desde a nomenclatura de diretórios² e arquivos à gestão de camadas da representação gráfica. Essas normas constam em um manual que foi desenvolvido pela mesma associação, sendo de livre acesso e disponível online. Ainda segundo Ruschel e Bizello (2011), esse manual foi desenvolvido pela necessidade do compartilhamento entre escritórios de diferentes áreas da AEC que devem atender à uma padronização executada em sistemas CAD, além de seguir uma série de documentos e planilhas compatíveis e standardizadas. Além dessa padronização na documentação há uma mudança nos processos de trabalho a partir das recomendações do manual como, por exemplo, documentos para a obra ou cliente devem ser enviados nos formatos impressos ou arquivos protegidos contra edição.

Ao tratarmos da gestão da informação do projeto, podemos destacar os seguintes trabalhos: Giacaglia (2001), Panizza (2004), Pontes e Malard (2006), Ruschel e Bizello (2011) e Andrade (2012). Essas pesquisas, em sua maioria, debruçaram-se sobre aspectos de cunho teórico ou se utilizaram de um projeto específico como estudo de caso, tendo como foco os ambientes de mercado da construção civil. Ainda que alguns estudos de caso tenham sido em escritórios modelos de escolas de arquitetura, os trabalhos citados

pouco abordam sobre novas abordagens didáticas a partir dos conceitos da gestão da informação do projeto de arquitetura, muito menos sobre a gestão da informação gráfica em meio digital.

Nesse sentido, o trabalho se justifica pela necessidade de investigar as possibilidades didáticas do ensino de representação gráfica arquitetônica utilizando-se de diferentes abordagens didáticas que envolvam a representação gráfica digital. Uma série de estudos (Teses e Dissertações) já foram desenvolvidos buscando compreender as relações, contribuições e limitações dos softwares computacionais aplicados ao projeto de edifícios, a exemplo de Carvalho (2004), Mendes (2014) e Macedo (2010). Esses trabalhos mostram que a utilização de meios analógicos e digitais tem vantagens e desvantagens ao longo do processo de projeto, em outras palavras, para cada etapa do processo projetual há um tipo de mídia que é mais eficiente. Tal discussão não é o foco desse trabalho, uma vez que essa é uma temática ainda em aberto e que gera uma série de controvérsias entre os pesquisadores da área. No entanto, em um estudo recente, Fulgêncio (2019) verificou que os estudantes de Engenharia Elétrica e de Controle e Automação pesquisados preferiram a abordagem didática que utilizou dos softwares de computação gráfica, especialmente para o desenvolvimento de exercícios.

Desse modo, o presente trabalho apresenta um experimento didático realizado em laboratório de informática, no segundo semestre de 2019, para o curso de Engenharia Elétrica e Engenharia de Controle e Automação da Universidade Federal de Pernambuco, no qual foram utilizadas exclusivamente ferramentas digitais de representação gráfica. A partir dos dados obtidos buscou-se investigar, no contexto das ferramentas digitais, os limites (dificuldades) e potencialidades (facilidades) da utilização do manual do CAD AsBEA³ e da NBR 6492⁴ (ABNT, 1994). O manual AsBEA propõe a padronização de *layers* (camadas de desenho), através da identificação dos objetos e da responsabilidade dos entes entre todas as atividades de projetos, nos moldes das normas Americanas / Canadenses (AIA, CSI, NBSI) e Europeias (ISO), e tem como objetivo tornar-se uma normativa ABNT. Em contrapartida, a NBR 6492 (ABNT, 1994) “fixa as condições exigíveis para representação gráfica de projetos de arquitetura, visando à sua boa compreensão”, ou seja, ela indica os parâmetros a serem usados na representação gráfica arquitetônica, mais especificamente, os tipos e espessuras de linhas, além das informações textuais referentes ao projeto. Embora a NBR 6492 não possua a especificidade de gestão da informação gráfica como o manual CAD AsBEA, a partir de seus regramentos enquanto linguagem gráfica (espessuras e linhas) é possível configurar o conjunto de camadas nos sistemas CAD. Desse modo, a NBR enfatiza a representação gráfica, enquanto a AsBEA trata da padronização e organização da informação gráfica arquitetônica digital.

É importante salientar que a NBR 6492 foi revisada e atualizada em 2021, de modo que fica a indicação do desenvolvimento de pesquisas futuras considerando essa mudança. De qualquer maneira, o presente trabalho tem como intuito discutir o sistema de informação gráfica no processo de ensino-aprendizagem de conteúdos de representação gráfica e, desse modo, não interfere na sua validade como experimento e capacidade de replicação. O presente experimento serve, inclusive, como base de dados para outras pesquisas com o mesmo objetivo.

Do ponto de vista dos procedimentos metodológicos, foi realizado a aplicação de um questionário com os estudantes (investigação qualitativa), bem como investigou-se o desempenho deles (investigação quantitativa). Em termos didáticos o conteúdo foi abordado de duas maneiras: 1) parâmetros do manual da AsBEA e 2) parâmetros da NBR 6492 (ABNT, 1994). No que diz respeito aos parâmetros do manual AsBEA, os alunos receberam um arquivo em formato *dwg* com todas as camadas de desenho e informações gráficas ajustadas, inclusive com as espessuras de linha na impressão, conforme o objeto a ser representado, de acordo com o que o manual solicita. Já no padrão NBR, os alunos trabalham com um arquivo que possui poucas camadas de desenho, que identificam as espessuras de linhas a serem usadas no desenho técnico, conforme regula a NBR 6492 (ABNT, 1994).

Assim, o presente artigo tem como objetivo discutir, a partir de um experimento didático em ambiente computacional, as implicações de dois modelos de informação gráfica digital no ensino de representação gráfica arquitetônica. Para tal, o trabalho toma como questão de pesquisa: entre os parâmetros do manual AsBEA e da NBR 6492 (ABNT, 1994), qual a melhor abordagem para o ensino-aprendizagem de representação gráfica arquitetônica em meio digital aplicada às Engenharias?

2 METODOLOGIA

O EXPERIMENTO DIDÁTICO

A disciplina de Desenho Técnico 4A, com carga horária total de 45 horas, é ofertada pelo Departamento de Expressão Gráfica para o Departamento de Engenharia Elétrica ambos da Universidade Federal de Pernambuco, e está na estrutura curricular dos cursos de Engenharia Elétrica e Engenharia de Controle e

Automação. A disciplina ocorre em laboratório de informática, num período de 3 horas/aula semanais. Além disso, tem como pré-requisito a disciplina de Geometria Gráfica Tridimensional (GGT), ofertada no ciclo básico das Engenharias, cujos conteúdos são voltados para a representação, manipulação e geração da forma nos principais sistemas cilíndricos: isometria, cavaleira e sistema mongeano. Assim, o estudante ingressante na disciplina de Desenho Técnico 4A já possui conhecimentos prévios de representação gráfica de objetos.

A disciplina desse experimento tem como objetivo capacitar o aluno a interpretar, manipular e desenvolver representação gráfica de arquitetura. Para isso, são trabalhados os conteúdos referentes às normas e convenções do desenho técnico arquitetônico; representação gráfica de instalações elétricas e noções de sistemas CAD. Tradicionalmente, o desenvolvimento dos exercícios ocorre em dois momentos: analógico e digital. As explicações teóricas, em ambos os momentos, são desenvolvidas com o auxílio de slides e os desenhos explicativos feitos à mão (no momento analógico) e em software CAD (no momento digital). A partir da pesquisa realizada por Fulgêncio (2019), verificou-se que a maioria dos estudantes dessa disciplina prefere a abordagem digital, tanto para os exercícios como para as explicações teóricas. Desse modo, testou-se desenvolver toda a disciplina em meio digital.

O experimento consistiu em dois exercícios - ambos de representação gráfica arquitetônica - desenvolvidos em ambiente computacional, sendo que o primeiro exercício (E1) exigiu o cumprimento dos parâmetros e normativas da AsBEA e o segundo exercício (E2) foi desenvolvido utilizando os parâmetros e normativas da NBR 6492 (ABNT, 1994). O E1 consistiu no desenvolvimento de uma representação gráfica de uma residência unifamiliar. O objeto a ser representado foi fornecido em meio analógico (papel) e em nível de esboço, ou seja, com um menor grau de exigência em relação aos padrões técnicos de representação. O produto desse exercício foi o desenvolvimento do conjunto de representações gráficas (planta baixa, cortes, fachadas, plantas de locação e cobertura) em conformidade com os parâmetros previstos no manual da AsBEA. Já o E2 constituiu na representação gráfica em planta baixa do projeto elétrico de uma outra residência (diferente do E1) em que os dados iniciais também não atendiam às especificações do desenho técnico e que deveriam utilizar-se do modelo de gestão da informação gráfica prevista pela NBR-6492 (ABNT, 1994). A Figura 1 apresenta, respectivamente, os exercícios E1 e E2.

Figura 1: Planta baixa dos exercícios E1(a) e E2 (b)



Fonte: a) <https://br.pinterest.com/pin/415316396867783447/>, Acesso: agosto, 2019; (b) <https://livreforum.com/plantas-de-casas-com-cozinha-americana-e-3-quartos/plantas-de-casas-com-cozinha-americana-e-3-quartos-33/>, Acesso: agosto, 2019.

MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

O presente trabalho é de natureza experimental que, segundo Gil (2008), caracteriza-se pela realização de um experimento (laboratorial, social, etc.) considerando formas de controle e variáveis, bem como os efeitos dessas condicionantes na experimentação. As pesquisas que se utilizam desse tipo de abordagem têm como cerne limitar-se a afirmações do que foi obtido pelos experimentos, sendo possível fazer inferências genéricas quando confrontadas com a literatura (MARCONI; LAKATOS, 2011).

Uma vez compreendido o tipo de pesquisa, é preciso determinar qual método irá nortear seu desenvolvimento. Assim, para essa pesquisa, será utilizado o Método Comparativo, tendo em vista que ela irá delinear-se através da comparação de duas abordagens didáticas aplicadas em dois experimentos. A comparação é inerente ao processo de construção do conhecimento nas Ciências Sociais e possibilita, ao cientista da área, experimentar e explicar as questões mais gerais dos fenômenos sociais (SCHNEIDER; SCHMITT, 1998).

A análise comparativa utilizada no experimento fez uso de duas abordagens: quantitativa e qualitativa. A quantitativa correspondeu à comparação entre os resultados das notas dos estudantes nos exercícios E1 e E2, visando averiguar se houve influência das abordagens no desempenho dos alunos, de forma individual e coletiva. Embora essa análise possa parecer frágil, ela é válida à medida que nos apresenta uma série de dados que, quando somados a análise qualitativa, nos permite transformar a abordagem didático-pedagógica da disciplina. A análise qualitativa foi relativa à percepção dos alunos quanto às abordagens utilizadas nos exercícios. A análise relativa à percepção foi realizada por meio de um questionário, utilizando a plataforma do Google Forms, respondido em sala de aula (laboratório de informática) pelos discentes após a entrega do E2. O questionário foi respondido de forma anônima e possui um total de 16 perguntas divididas em dois blocos: 1) perfil do estudante e 2) avaliação do experimento. O objetivo do questionário foi verificar como os estudantes perceberam essa nova abordagem para assim poder identificar os limites, dificuldades e potencialidades.

O trabalho tem como hipótese geral que o sistema AsBEA será mais bem aceito pelos discentes, pois reduz a abstração da representação gráfica uma vez que nesse sistema a comunicação é associada aos elementos construtivos. Como consequência, o rendimento objetivo (notas) será melhor no E1 do que no E2.

SISTEMATIZAÇÃO DOS DADOS

Além da pesquisa quantitativa, relacionada ao comparativo de notas entre os exercícios E1 e E2, foram também elaboradas perguntas direcionadas à pesquisa qualitativa, divididas em dois grupos de perguntas e respostas: 1) perfil do estudante, buscando contextualizar os sujeitos envolvidos e o nível de experiência prévia de representação gráfica e uso do software; 2) avaliação do experimento, buscando a percepção dos estudantes em relação a abordagem didática, através de perguntas objetivas (múltipla escolha) e de perguntas subjetivas (questões abertas). Após a verificação do número de formulários respondidos, chegou-se à validação de 36 unidades. Do total de 42 respondentes, 6 respondentes preencheram de forma incompleta de modo que se obteve 36 (85%) respondentes que preencheram em sua totalidade.

Sobre o bloco 01 (perfil do aluno), foi questionado: 1) qual o período na graduação; 2) se havia estudado geometria na escola; 3) se estudou em escola ou algum curso técnico; 4) se os mesmos já haviam realizado a representação gráfica arquitetônica; se sim, onde havia sido realizado; 5) se possuía alguma experiência prévia com o *software* (tipo) CAD. Tais perguntas obtiveram respostas diversas, em sua maioria, e serviram de referência para o nível de conhecimento inicial da turma sobre a representação gráfica arquitetônica e sobre o *software* AutoCAD.

O segundo bloco de perguntas tratou da percepção da abordagem didática e, por isso, foi estruturado em questões abertas que serviram para entender a relação do estudante com a representação gráfica arquitetônica em meio digital. Para uma melhor análise, foi necessário classificar as respostas em categorias conforme segue no Quadro 1.

Quadro 1: Categoria das respostas do questionário aplicado.

A. Comparando com a disciplina de GGT (Geometria Gráfica Tridimensional), vocês preferem realizar as atividades em que mídia?

Categoria das respostas:

1. **Praticidade:** respostas relacionadas à velocidade em executar os desenhos e a facilidade de ajustes.
2. **Didático:** respostas que continham palavras como lúdicas, divertido, menos monótono, entre outras foram categorizadas como experiência didática.
3. **Precisão:** respostas em que os alunos ressaltaram a importância da ferramenta CAD na precisão dos trabalhos.
4. **Ferramenta tecnológica:** respostas que relataram o sistema CAD como ferramenta tecnológica e facilidade de manuseio da mesma.
5. **Aplicação no mercado de trabalho:** respostas em que os alunos ressaltaram a importância do conhecimento do sistema CAD para o mercado de trabalho.
6. **Não soube informar**

B. Você preferiu desenvolver o exercício em que sistema (AsBEA ou NBR)?

Categoria das respostas:

1. **Organização:** as respostas focaram na organização da informação do desenho.
2. **Simplificação:** as respostas continham falas sobre o melhor entendimento e simplicidade na gestão da informação.
3. **Especificidade:** as respostas ressaltavam a importância de cada objeto estar bem classificado para o intercâmbio da informação.
4. **Padronização:** as respostas comentavam sobre a facilidade em classificar a informação pela predefinição das camadas.
5. **Conhecimento prévio:** o aluno já conhecia o sistema.

C. Quais as principais dificuldades encontradas para realizar o exercício proposto na disciplina de desenho técnico?

Categoria das respostas:

1. **Tempo:** respostas relacionadas ao curto prazo de execução das tarefas solicitadas.
2. **Uso do software:** respostas relativas às dificuldades com o software tipo CAD
3. **Excesso de informação:** respostas que relacionaram o grande número de informações a serem aprendidas pelo aluno.
4. **Não teve dificuldade:** respostas que declararam não ter tido problemas com o conteúdo e desenvolvimento da atividade questionada
5. **Capacidade Visualização espacial:** respostas relacionadas à dificuldade de entendimento sobre a representação gráfica arquitetônica e/ou visualização espacial.
6. **Conteúdo:** respostas que relataram a dificuldade em compreender os parâmetros da NBR e AsBEA.

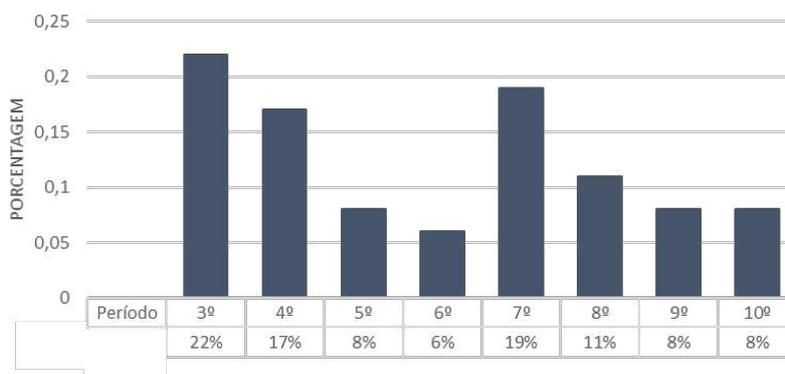
Fonte: Autores, 2022

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

PERFIL DO ESTUDANTE

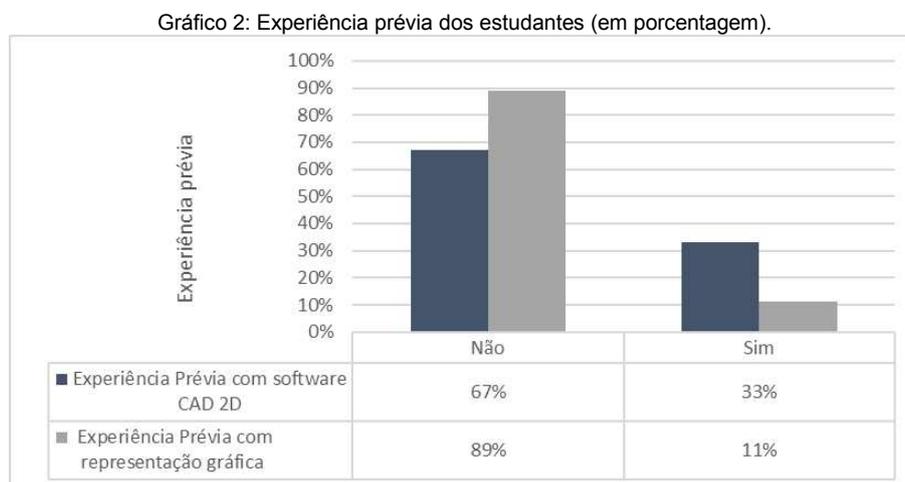
Quanto ao perfil do estudante, foram levantados os seguintes dados: 1) porcentagem de alunos por período; 2) experiência prévia com representação gráfica de arquitetura e 3) experiência prévia com software CAD 2D. Conforme pode ser verificado no Gráfico 1, o perfil dos estudantes, de uma maneira geral, possui uma variedade considerável, com predominância dos 3º (22%), 4º (17%) e 7º (19%) períodos. A disciplina faz parte da grade obrigatória do 8º período, mas pelos dados é possível dizer que, por motivos não averiguados nessa pesquisa, há uma tendência dos estudantes – em sua maioria - anteciparem a disciplina e cursá-la ainda na primeira metade do curso.

Gráfico 1: Perfil dos estudantes por período (em porcentagem).



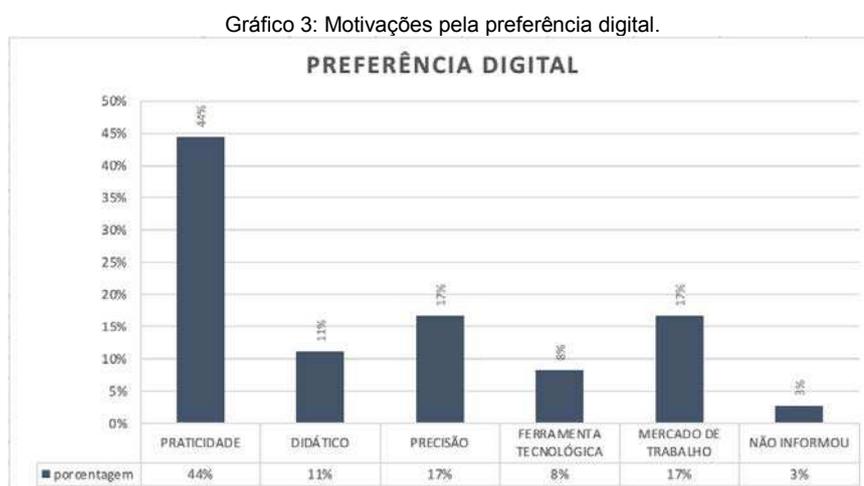
Fonte: Elaborado pelos Autores, 2022.

Quanto às questões relativas às experiências prévias (Gráfico 2), verificou-se que apenas 11% já tinham realizado algum tipo de representação gráfica de projeto de arquitetura, enquanto 89% declararam que nunca havia feito tal tarefa. Já em relação ao uso de software CAD 2D, apenas 33% dos estudantes tiveram contato anterior com o software, enquanto 67% nunca utilizou softwares de tecnologia CAD 2D. A partir dos dados é possível aferir que a maioria dos alunos não possui conhecimentos prévios sobre os conteúdos de representação gráfica (89%), nem sobre o software (67%). Desse modo, o desafio da disciplina foi duplo: trabalhar os conteúdos de representação e os conhecimentos relativos ao uso da ferramenta.



Fonte: Elaborado pelos Autores, 2022.

Ainda sobre as experiências anteriores, perguntou-se aos alunos em quais mídias eles preferiam realizar as representações. A totalidade dos alunos preferiu o meio digital ao analógico. De acordo com as respostas categorizadas, conforme descrito na seção 2.3, foi gerado o Gráfico 3 – Motivação pela preferência digital.



Fonte: Elaborado pelos Autores, 2022.

De acordo com os dados, 100% dos alunos declararam preferência pelo uso da ferramenta digital em relação à analógica devido, em sua maioria, aos seguintes fatores: 1) a praticidade na realização das atividades (44%); 2) aplicabilidade no mercado de trabalho (17%) e 3) precisão (17%). Essas foram as principais respostas obtidas, que juntas corresponderam a um total de 78%, enquanto as demais respostas foram diversas e não conformaram um valor significativo. Em relação ao padrão AsBEA, nenhum aluno conhecia tal manual, o que nos inseriu um novo desafio na disciplina: ensinar a gestão da informação gráfica.

Fulgêncio, Lopes e Gusmão (2019) também verificaram uma preferência dos estudantes pela mídia digital para a realização de representação gráfica arquitetônica. Dentre os diversos motivos, destacava-se a otimização dos processos de representação e a modificação da informação gráfica. Ainda segundo os autores, a escolha dos alunos pela mídia estava relacionada mais aos processos de realização de tarefas que necessariamente com o processo de aprendizagem.

Considerando os dados obtidos, observa-se que a praticidade foi a principal motivação dos estudantes pela mídia digital. Conforme dito no item 2.3, o termo praticidade se refere ao conjunto de respostas relacionadas à velocidade em executar os desenhos e a facilidade de ajustá-los. Assim, é possível dizer que os dados obtidos reforçam os achados de Fulgêncio, Lopes e Gusmão (2019): a escolha pela mídia está relacionada aos processos de execução de tarefas.

É importante ressaltar que essa preferência pelo uso de ferramenta digitais vale para esse grupo amostral que possui um contexto específico que pode, ou não, se refletir em outras realidades regionais do Brasil. Assim, é necessário considerar o nível de escolaridade prévio, acesso anterior às tecnologias computacionais, etc. Desse modo, a possibilidade de aplicação do mesmo experimento em outra instituição, de preferência em uma região do país que possua uma realidade educacional distinta, pode fortalecer os estudos acerca do ensino de representação gráfica.

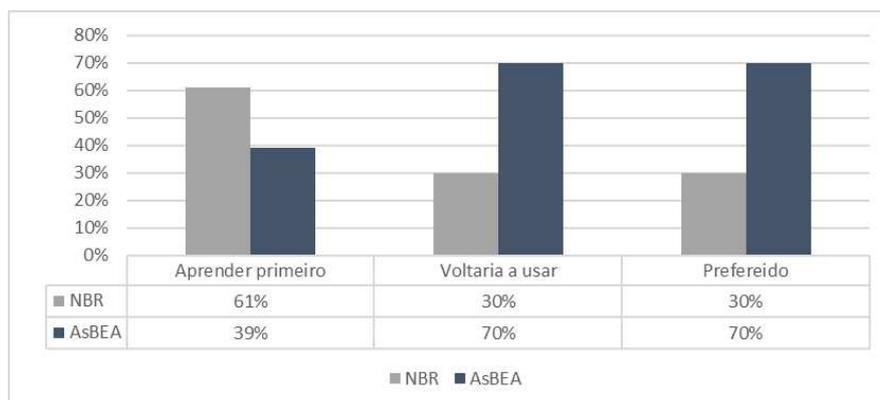
AVALIAÇÃO DO EXPERIMENTO

Conforme relatado anteriormente, foram aplicados 02 exercícios distintos com os estudantes em ambiente computacional, sendo o E1 a representação arquitetônica de uma residência usando o padrão AsBEA (A1). Já o E2 foi a representação de um projeto elétrico residencial, mas usando a organização dos tipos e espessuras a partir das exigências NBR 6492 (ABNT, 1994).

As questões levantadas nesta etapa de pesquisa foram as seguintes: 1) Em qual sistema o aluno preferiu desenvolver o exercício (AsBEA ou NBR); 2) Qual sistema voltaria a usar; e 3) Qual sistema acharia melhor aprender primeiro.

Conforme demonstra o Gráfico 4, a maioria dos alunos (70%) preferiu desenvolver o trabalho no sistema AsBEA e os mesmos 70% voltariam a usar o referido sistema. No entanto, quando questionados sobre qual sistema preferiam aprender primeiro, a maioria (61%) afirmou que o padrão NBR seria mais eficiente. Diante desses dados pode-se dizer que, apesar da preferência pela AsBEA, os alunos declararam que é melhor inverter a ordem dessas abordagens, ou seja, primeiro aplicar a NBR e depois a AsBEA. Segundo as declarações, essa ordem seria mais eficiente em termos de aprendizagem, uma vez que a AsBEA é mais complexa que a NBR em termos de conteúdo. Já a preferência pela AsBEA foi, segundo os estudantes, pela maneira como a informação gráfica digital é organizada, bem como a aplicabilidade no mercado de trabalho.

Gráfico 4: Preferência entre os sistemas AsBEA e NBR (em porcentagem).

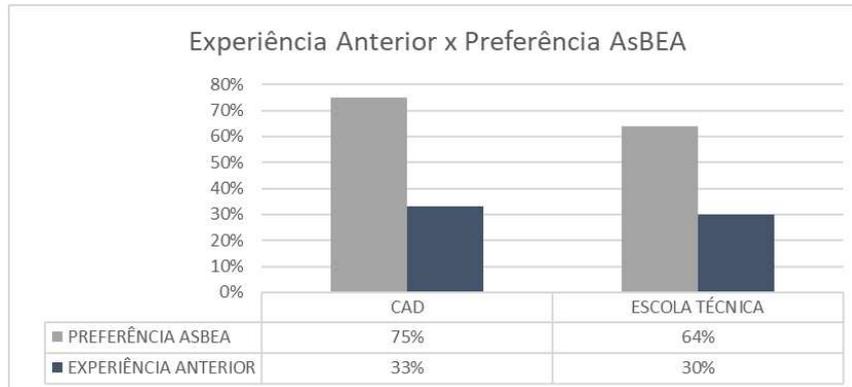


Fonte: Elaborado pelos Autores, 2022.

Vale ainda ressaltar que 33% dos indivíduos possuíam experiência anterior com softwares do tipo CAD. Desse grupo, 75% preferiram os parâmetros da AsBEA, enquanto 30%, que possuía experiência com o desenho técnico, provenientes de escola técnica, preferiram a AsBEA em 64% dos casos (Gráfico 5).

Portanto, observa-se a partir dos dados que, independente da experiência prévia, ou seja, do arcabouço de conteúdo anterior, há uma preferência pela AsBEA.

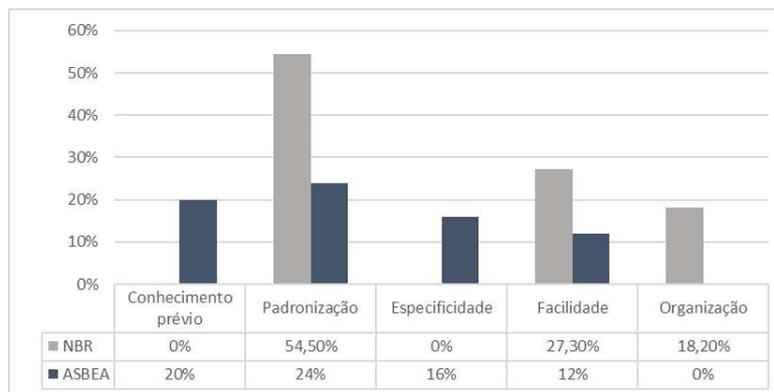
Gráfico 5: Preferência AsBEA x Experiência Anterior.



Fonte: Elaborado pelos Autores, 2022.

Sobre qual o sistema preferido, se perguntou aos alunos a principal motivação por ter escolhido uma das opções. Entre todas as respostas abertas, foram agrupadas as mesmas da seguinte forma: 1) Organização; 2) Simplificação e Facilidade; 3) Especificidade; 4) Parametrização e Padronização; e 5) Conhecimento Prévio. Como resultado, obteve-se os dados presentes no Gráfico 6:

Gráfico 6: Motivações pela preferência dos sistemas (em porcentagem).



Fonte: Elaborado pelos Autores, 2022.

A partir do primeiro dado fica claro que há uma significativa preferência pelo uso do padrão AsBEA para o desenvolvimento do trabalho, apesar de nenhum estudante apontar conhecimento prévio sobre o assunto. Já o modelo da NBR apresentou uma menor preferência por parte dos estudantes, apesar de alguns terem declarado conhecimento prévio sobre o conteúdo.

A partir das declarações, observa-se que a preferência pelo sistema AsBEA está relacionada ao fato de que a informação gráfica é vinculada ao elemento construtivo que está sendo representado, ou seja, para cada objeto do edifício (janela, parede, porta) há um tipo de camada. Por sua vez, no sistema da NBR as camadas são categorizadas de acordo com suas características da linha (espessura, tipo, etc), ou seja, a mesma camada pode representar objetos diferentes e isso exige uma maior capacidade de abstração.

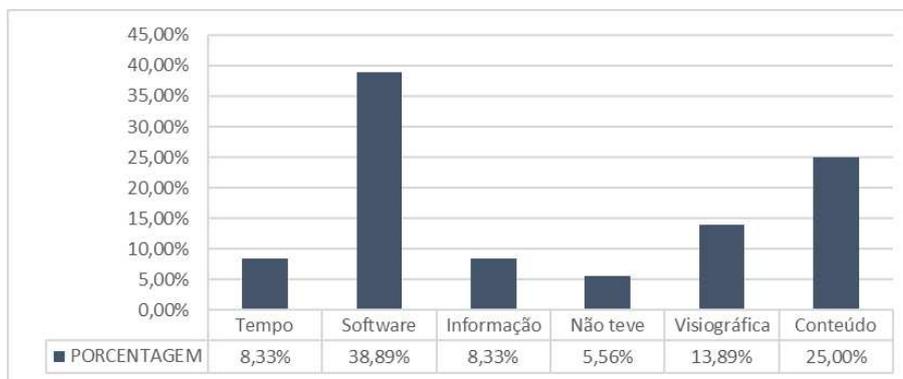
Segundo Tamashiro (2010), aproximar as representações dos objetos que estão sendo representados é um redutor de abstração e, portanto, um facilitador de aprendizagem. Em outras palavras, quando o estudante aproxima a representação (abstração) do objeto (materialidade) ele tende a ter um melhor desempenho na atividade. Em teste didático mais recente, Fulgêncio, Lopes e Gusmão (2019) comprovam as afirmações de Tamashiro (2010). Diante do exposto é possível aferir que, dentre as diversas razões, a preferência pelo sistema AsBEA está relacionada com sua menor abstração.

De maneira geral, ambos os grupos definiram que a razão da preferência está relacionada com o agrupamento de informações contidas na representação dos objetos pelos respectivos sistemas. Um grupo entendeu que era mais vantajoso trabalhar com muitas camadas, mas que eram específicas para os objetos de construção civil, enquanto o outro grupo preferiu uma redução na quantidade de camadas utilizadas para representar tais objetos.

Sobre a execução dos exercícios realizados na disciplina, perguntou-se aos alunos suas maiores dificuldades. De acordo com as respostas obtidas, elencou-se os seguintes grupos: 1) tempo; 2) uso do software; 3) excesso de informação; 4) não teve dificuldade; 5) capacidade visualização espacial; e 6) conteúdo.

Conforme demonstra o Gráfico 7, a maioria dos estudantes teve dificuldade com o uso da ferramenta (39%), em segundo lugar a maior dificuldade foi a assimilação do conteúdo referente a representação gráfica arquitetônica (25%) e, por último, o excesso de conteúdo a ser assimilado em um curto espaço de tempo (8,33%). Vale ainda ressaltar que dos 14% que apresentaram dificuldades na visão espacial, 80% têm preferência pela AsBEA. Isso é um indicador de que esse sistema reduz o nível de abstração e, portanto, exige menos da capacidade visualização espacial.

Gráfico 7: Dificuldades na Disciplina (em porcentagem).



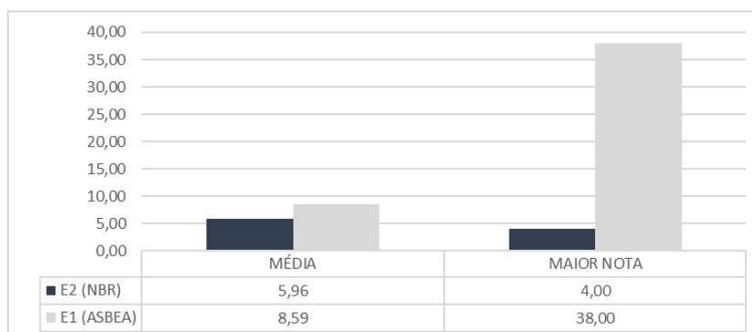
Fonte: Elaborado pelos Autores, 2022.

Em linhas gerais, as duas maiores dificuldades são de naturezas distintas: ferramental (software) e o próprio conteúdo da disciplina. Pode-se dizer que o problema ferramental é contingencial, pois se há problemas com o software (digital) também há outros problemas procedimentais na utilização de ferramentas tradicionais como o lápis, esquadros e papel (analogico). No entanto, caberia, do ponto de vista metodológico, investigações que pudessem aprofundar quais os aspectos ferramentais que interferem no processo de aprendizagem dos conteúdos. Quanto às dificuldades relativas aos conteúdos, infelizmente os procedimentos metodológicos não permitem uma maior explanação das razões para tais declarações, cabendo aqui mais outra contribuição metodológica para questões futuras. Todavia é possível inferir que, mesmo não tendo sistematizado tais dados, uma das questões que dificulta a aprendizagem dos conteúdos que envolvem a representação gráfica arquitetônica são as diferenciações e tipos de linha que, embora tenham uma lógica própria envolve algumas memorizações que são as convenções da linguagem gráfica técnica.

ANÁLISE QUANTITATIVA

A análise quantitativa teve como universo de dados todas as notas relativas ao E1 e ao E2, independente de quem respondeu ao questionário. Conforme demonstra o Gráfico 08, a média da turma no E1 foi de 8,59 enquanto a média no E2 foi de 5,96. Posteriormente, foram analisadas as notas de cada aluno (individualmente) no E1 e no E2 e verificou-se que, do total, 38 estudantes obtiveram nota melhor no E1 do que no E2, enquanto apenas 04 estudantes obtiveram notas superiores no E2. Em linhas gerais é dizer que, individualmente, 90% dos estudantes tiveram um melhor desempenho no E1. Diante desses dados, é possível aferir que o melhor desempenho dos alunos no E1 está relacionado as seguintes razões: 1) a capacidade visualização espacial do estudante no E1 não é tão requerida como no E2, pois os objetos já são classificados de acordo com a camada preestabelecida pelo manual AsBEA; 2) A AsBEA facilita a execução da representação gráfica, pois as camadas de desenho já estão configuradas, em sua maioria, com todas as espessuras de impressão de modo a sair de acordo com a NBR.

Gráfico 8: Comparativo entre as notas E1 e E2.



Fonte: Elaborado pelos Autores, 2022.

Vale salientar que a avaliação quantitativa apresenta fragilidades por não conseguir trabalhar com uma série de variáveis tais como: o contexto didático, motivação dos estudantes, as condições do semestre, infraestrutura dos laboratórios de informática, etc. Apesar de sua limitação a avaliação quantitativa nos permite objetivar alguns aspectos didáticos, especialmente no sentido de complementar as percepções dos estudantes quanto ao processo de ensino-aprendizagem. Em outras palavras, identificar se as percepções de ensino-aprendizagem se refletiram na execução das atividades em si, tendo como métrica as notas alcançadas nos exercícios.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da análise dos dados é possível aferir que o sistema da NBR deve ser trabalhado primeiro que o sistema da AsBEA, considerando a complexidade dos conteúdos. Nesse sentido, pode-se dizer que cada sistema é melhor para uma determinada etapa: NBR para as fases iniciais de aprendizagem e AsBEA para as fases intermediárias e finais. Apesar da maior parte dos estudantes declarar preferência pelo sistema AsBEA, reconhecem que o sistema da NBR também é importante nesse processo de ensino-aprendizagem sendo, inclusive, recomendado como abordagem introdutória.

A partir das respostas dos estudantes, obtidas no questionário, é possível indicar que a preferência pelo sistema AsBEA está especialmente relacionada com a redução da abstração da informação da representação gráfica, mesmo sendo um sistema mais complexo que o da NBR. Sendo o sistema AsBEA um facilitador ao processo de visualização espacial, poderíamos dizer que ele é mais adequado que o da NBR, mas isso só faz sentido se o estudante tiver conhecimentos prévios de desenho técnico. Considerando o contexto da disciplina no qual a experiência foi realizada, ainda é necessário trabalhar com os dois sistemas.

A preferência dos estudantes pelo sistema AsBEA se refletiu no nível de desempenho nos exercícios. Tanto de forma coletiva (média da turma) como de forma individual (nota por aluno), houve um melhor desempenho no E1 (AsBEA) em comparação ao E2 (NBR). Assim é possível suscitar que o E2 (NBR) mostrou-se mais desafiador aos estudantes, especialmente por exigir a necessidade de uma maior abstração no processo da representação gráfica. O sistema da NBR apresenta um caráter mais genérico e se utiliza de conhecimentos prévios vistos em disciplinas anteriores, de modo que para um primeiro momento da disciplina pode ser mais vantajoso.

Desse modo, respondendo à questão da pesquisa, não podemos afirmar que um sistema é melhor que o outro para o processo de ensino aprendizagem, tendo em vista que cada um tem suas vantagens e desvantagens. Para definir qual o melhor sistema, é preciso considerar o contexto da disciplina, os conteúdos, conhecimentos prévios e os exercícios.

5 REFERÊNCIAS

ANDRADE, M. Projeto performativo na prática arquitetônica recente: estrutura Conceitual. Tese (Doutorado)- Universidade Estadual de Campinas. Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA. *Diretrizes Gerais para Intercambialidade de Projetos em CAD*. São Paulo, 2002. 40p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR (6492): Representação de projetos de arquitetura*. Rio de Janeiro, 1994.

CARVALHO, G. L. Ambientes Cognitivos para Projetação: 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.

CNE. Resolução CNE/CES 11, de 11 de março de 2002. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES112002.pdf>, acessado em julho de 2019.

CONFEA. Resolução Nº 1.010, de 22 de agosto de 2005. Disponível em: <http://normativos.confea.org.br/ementas/visualiza.asp?idEmenta=550>, acessado em julho de 2019.

GIACAGLIA, M. A organização da informação em sistema CAD: análise crítica de esquemas existentes e proposta para o caso brasileiro. *Sinopses*, v.35. p. 70-74, 2001.

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.

FULGENCIO, 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.

ITO, A. Gestão da informação no processo de projeto de arquitetura: estudo de caso. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná. Pós-Graduação em Construção Civil, 2007.

MACEDO, A. Ambientes digitais de projeção: 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.

MARCONI, M.; LAKATOS, E. *Técnicas de pesquisa*. 7a. Ed. São Paulo: Atlas, 2012.

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.

PANIZZA, A. Colaboração em CAD no projeto de arquitetura, engenharia e construção: estudo de caso. Tese (Doutorado)- Universidade Estadual de Campinas. Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2004.

PONTES, M.; MALARD, M. Integração entre projeto arquitetônico e orçamento através de software CAD. In: XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído. *Anais...* Florianópolis, 2006.

RUSCHEL, R.; BIZELLO, S. Avaliação de sistemas CAD livres. In: Doris C.C.K.Kowaltowski, Daniel de Carvalho Moreira, João R.D.Petreche, Mário M. Fabricio (Orgs.). *O processo do projeto em arquitetura: da teoria à tecnologia*. São Paulo: Oficina de textos, 2011.

SCHNEIDER, S.; SCHIMITT, C. Job. O uso do método comparativo nas Ciências Sociais. *Cadernos de Sociologia*, Porto Alegre, v. 9, p. 49-87, 1998.

SILVA, J.C., Aprendizagem mediada por computador: uma proposta para Desenho Técnico mecânico. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), 231f., 2001.

TAMASHIRO, H. A. Entendimento técnico-constutivo e desenho arquitetônico: uma possibilidade de inovação didática. 210 p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, 2010

TSUKUMO, T. O desenho de obra e a produção de arquitetura. 228 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, 2009.

NOTAS

¹ Essa NBR foi atualizada em 2021, mas como o experimento realizou-se em 2019, utilizou-se a versão de 1994 que estava vigente à época.

² Os diretórios também podem ser identificados como pastas, considerando o uso atual.

³ Termo utilizado no mercado para se referir ao manual de Diretrizes Gerais para intercambialidade de Projeto em CAD elabora pela Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura.

⁴ Norma Técnica de Representação de projetos de arquitetura.

NOTA DO EDITOR (*): O conteúdo do artigo e as imagens nele publicadas são de responsabilidade do(s) autor(es).