

CADERNOS
PROARQ 36

MAURICIO PEREIRA

Geometria na Arquitetura: novas tecnologias e ensino remoto

Geometry in Architecture: new technologies and remote learning

Mauricio Pereira

Graduado em Arquitetura e Urbanismo pela FAUFRJ, tem Mestrado em Arquitetura em Conforto Ambiental na mesma instituição, onde também é doutorando, na área de Teoria e Ensino de Arquitetura. É ainda professor da FAUFRJ desde 1992, onde leciona Geometria Descritiva e orienta Trabalhos Finais de Graduação.

Graduated in Architecture and Urbanism at FAUFRJ, he has a Master Degree in Architecture -Environmental Comfort at the same institution, where he is also a doctoral student, in the area of Theory and Teaching of Architecture. He is also teacher at FAUFRJ since 1992, in Descriptive Geometry and as advisor for Final Year Projects.

mpereira@fau.ufrj.br

Resumo

A Geometria Descritiva (GD) constitui-se como um sistema de representação plana de objetos existentes no espaço tridimensional. Desde sua apresentação, no séc. XVIII, tornou-se naturalmente indissociável do ensino de Arquitetura. No entanto, a prática do ensino da GD através dos anos tem demonstrado as dificuldades dos alunos no aprendizado desta disciplina. No Brasil, a Lei de Reforma Universitária de 1968, que suprimiu o Desenho Gráfico e a Geometria Descritiva dos vestibulares, foi um marco decisivo na acentuação dessas dificuldades. Sendo a visão espacial das formas tridimensionais e suas articulações habilidade absolutamente indispensável ao arquiteto, o ensino da Geometria Descritiva foi totalmente assumido pelos cursos de Arquitetura. Com o passar do tempo, métodos diversos têm sido experimentados de modo a despertar e treinar essa visão espacial em alunos que entram no curso com pouco ou nenhum conhecimento de GD, ou mesmo de desenho geométrico básico. A reflexão sobre os principais conceitos da Didática (meios e recursos didáticos) tornou-se, portanto, necessária e mesmo fundamental no contexto das proposições de novas abordagens de ensino para a GD nos cursos de Arquitetura. As Novas Tecnologias de Informação e Comunicação, assim como o avanço nos programas de Computação Gráfica, têm sido recursos bastante explorados nessas proposições, com maior ou menor sucesso, dependendo da forma como são aplicados. O presente artigo se propõe a refletir sobre diferentes possibilidades de abordagens pedagógicas para o ensino da GD na atualidade, e relatar de forma breve a experiência de ensino remoto no contexto da pandemia de coronavírus em 2020.

Palavras-chave: Geometria Descritiva, métodos de ensino, arquitetura, computação gráfica.

Abstract

Descriptive Geometry (GD) is a system of flat representation of objects existing in three-dimensional space. Since its presentation in the 18th century, it became naturally inseparable from the teaching of Architecture. However, the practice of teaching GD over the years has demonstrated the difficulties of students in learning this discipline. In Brazil, the University Reform Act of 1968, which suppressed Graphic Design and Descriptive Geometry of entrance exams, was a decisive landmark in accentuating these difficulties. Since the spatial view of three-dimensional shapes and their articulations is an absolutely indispensable skill for the architect, the teaching of Descriptive Geometry was fully assumed by the Architecture schools. Over time, different methods have been tried in order to awaken and train this spatial vision in students who begin their Architecture studies with little or no knowledge of GD, or even in basic geometry. The reflection on the main concepts of Didactics (means and didactic resources) became, therefore, necessary and even fundamental in the context of the propositions of new teaching approaches for DG in Architecture courses. The New Technologies of Information and Communication, as well as the improvement in Computer Graphics software, have been quite explored resources in these proposals, with more or less success, depending on the way they are applied. This paper aims to ponder on different possibilities of pedagogical approaches to the teaching of DG today. It also presents a brief report of a remote teaching experience in the context of the coronavirus pandemic in 2020.

Keywords: Descriptive Geometry, teaching methods, Architecture, Graphic Computing.

Resumen

La geometría descriptiva (GD) es un sistema de representación plana de objetos existentes en un espacio tridimensional. Desde su presentación en el siglo XVIII, se volvió naturalmente inseparable de la enseñanza de la Arquitectura. Sin embargo, la práctica de enseñar GD a lo largo de los años ha demostrado las dificultades de los estudiantes para aprender esta disciplina. En Brasil, la Ley de Reforma Universitaria de 1968, que suprimió el Diseño Gráfico y la Geometría Descriptiva de los exámenes de ingreso, fue un hito decisivo para acentuar estas dificultades. Dado que la visión espacial de las formas tridimensionales y sus articulaciones es una habilidad absolutamente indispensable para el arquitecto, la enseñanza de la Geometría Descriptiva fue asumida íntegramente por los cursos de Arquitectura. A lo largo del tiempo, se han probado diferentes métodos para despertar y entrenar esta visión espacial en los estudiantes que ingresan al curso con poco o ningún conocimiento de GD, o incluso diseño geométrico básico. La reflexión sobre los principales conceptos de la Didáctica (medios y recursos didácticos) se volvió, por tanto, necesaria e incluso fundamental en el contexto de las propuestas de nuevos enfoques didácticos para los cursos de GD en Arquitectura. Las Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación, así como el avance de los programas de Computación Gráfica, han sido recursos explorados en estas propuestas, con mayor o menor éxito, según la forma en que se apliquen. Este artículo tiene como objetivo reflexionar sobre las diferentes posibilidades de enfoques pedagógicos de la enseñanza de GD en la actualidad, y relatar brevemente la experiencia de la enseñanza a distancia en el contexto de la pandemia de coronavirus en 2020.

Palabras clave: Geometría descriptiva, métodos de enseñanza, arquitectura, infografía.

Introdução

A prática do ensino de Geometria Descritiva (GD) através dos anos tem demonstrado as dificuldades de alguns alunos no aprendizado desta disciplina. Até 1968,¹ a GD fazia parte do, hoje designado, Ensino Médio. No entanto, depois do artigo no 21 da Lei de Reforma Universitária, de novembro de 1968, que suprimiu o Desenho Gráfico e a Geometria Descritiva dos vestibulares, o ensino dessas matérias vem sendo retirado de escolas públicas e particulares, se tornando bastante restrito. A maioria dos alunos, portanto, chega aos cursos de Arquitetura sem nenhum conhecimento de GD. Segundo Cláudio da Silva, algumas questões podem ser levantadas para que este ato governamental tenha sido pensado, provocando esta quase desaparecimento da GD no Ensino Médio, entre elas a dificuldade de correção de provas nos vestibulares e o elevado índice de reprovação registrado (DA SILVA, 2006, 1859).

O presente artigo se propõe a refletir sobre diferentes possibilidades de abordagens pedagógicas para o ensino da GD na atualidade, e relatar de forma breve a experiência de ensino remoto no contexto da pandemia de coronavírus em 2020.

Percepção espacial e Geometria Descritiva

A Geometria Descritiva, desenvolvida e apresentada em 1799 por Gaspard Monge (1746-1818), constitui-se como um sistema de representação plana de objetos existentes no espaço. Do ponto de vista da formação em Arquitetura, ela é uma importante ferramenta não apenas de representação da forma, mas de sua própria criação, tendo em vista que este conhecimento é utilizado pelo arquiteto para a construção mental inicial das formas que utilizará no projeto arquitetônico que está prestes a desenvolver. O projeto começa na mente. Tudo tem origem no pensamento.

Para o processo de ensino da GD, a percepção espacial é necessária. Seria ela inata? Ou pode ser desenvolvida? Estas são questões sobre as quais filósofos e pensadores da Educação e da Pedagogia vêm debatendo desde a Antiguidade: o conhecimento existe apenas exteriormente ao indivíduo e deve ser-lhe transmitido, ou nascemos com aptidões e habilidades que nos permitem conhecer os fenômenos e imaginar a partir deles?

Filósofos como Platão (428-348 a.C.) e Aristóteles (384-322 a.C.), propuseram teorias do conhecimento, tendo como foco a existência ou não de uma influência da experiência sensorial do sujeito sobre sua percepção do mundo. De uma perspectiva Racionalista clássica, Platão considerava que o conhecimento é inato e acessado diretamente pela razão, sendo os sentidos e a experiência sensorial fontes de erros. Já Aristóteles, precursor do Empirismo, rejeitava o Inatismo e postulava que a aprendizagem é o reflexo dos ensinamentos recebidos pelo indivíduo e absorvidos pelos seus sentidos, sendo, portanto, o conhecimento empírico a única fonte confiável de conhecimento. Assim, o conhecimento estaria localizado no exterior do indivíduo e o aprendizado seria concebido como uma transmissão de informações em uma via de mão única. É possível reconhecer essa teoria em correntes pedagógicas mais tradicionais (CIELO, 2001; POZO, 2002; PIOVESAN et al, 2018).

Já na virada do século XIX para o século XX, vários autores, particularmente da Psicologia, trouxeram contribuições importantes para um melhor conhecimento desta questão.

¹ Art. 21. O concurso vestibular, referido na letra a do artigo 17, abrangerá os conhecimentos comuns às diversas formas de educação do segundo grau sem ultrapassar este nível de complexidade para avaliar a formação recebida pelos candidatos e sua aptidão intelectual para estudos superiores. <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1960-1969/lei-5540-28-novembro-1968-359201-publicacaooriginal-1-pl.html>.

TABELA 1 - Descrição das aptidões identificadas por Thurstone.

Louis Leon Thurstone (1887-1955) sugeriu que a inteligência, ou o desempenho intelectual dos indivíduos, poderia ser explicada pela existência de um conjunto de aptidões primárias e independentes entre si, correspondentes a tarefas específicas, conforme exposto no quadro abaixo (THURSTONE, 1938, apud ALMEIDA, 2002, 8):

Aptidões Primárias	Caracterização
Compreensão verbal (V)	Capacidade de compreensão de ideias expressas através de palavras.
Fluência verbal (W)	Capacidade de produzir rapidamente palavras com base em instruções apresentadas.
Aptidão numérica (N)	Capacidade de lidar com números e de efetuar rapidamente operações aritméticas simples.
Visualização espacial (S)	Capacidade de visualizar objetos num espaço bi ou tridimensional, considerando genericamente itens figurativos.
Memória associativa (M)	Capacidade de evocar estímulos, como, por exemplo, pares de palavras ou frases, anteriormente apresentados.
Velocidade perceptiva P	Capacidade de rapidamente e com acuidade visualizar pequenas diferenças ou semelhanças entre um grupo de figuras.
Raciocínio (R)	Capacidade de resolução de problemas, <u>aprendendo e aplicando princípios, leis ou transformações.</u>

O número de habilidades primárias, ou inatas, foi posteriormente ampliado por Raymond Bernard Cattell (1905-1998), sugerindo a existência de dezenove habilidades, incluindo aptidão mecânica, apreciação estética e capacidade de representação ou desenho (CATTEL, 1943, apud ALMEIDA, 2002, 10). Porém, o mais interessante em Cattell, é a criação de uma nova teoria: a teoria da inteligência fluida (Gf) e inteligência cristalizada (Gc). A inteligência fluida é descrita por Cattell como uma aptidão de raciocínio primário. Esta aptidão permite a existência da capacidade de pensar e agir com presteza diante das situações, habilitando o sujeito a decodificar memórias e resolver com presteza novos problemas. Quanto à inteligência cristalizada, esta depende das influências culturais, dos processos de aprendizagem vivenciados e da variedade de competências adquiridas. Obviamente neste caso, as oportunidades educativas e culturais se tornam fundamentais, sendo a Gf uma aptidão essencialmente biológica, uma espécie de potencial intelectual do indivíduo, e a Gc o processo contínuo de aquisição de habilidades. Assim, conforme Brody e Brody (1976), ambas são intercorrelacionadas (BRODY and BRODY, apud ALMEIDA, 2002, 11).

A Teoria Construtivista de Jean Piaget (1896-1980) se baseou nos seus experimentos psicológicos visando explicar a evolução cognitiva da criança, com uma perspectiva de maturação biológica. Para ele, todo indivíduo herda estruturas biológicas que vão permitir o desenvolvimento de estruturas mentais. Ao longo do desenvolvimento, a criança vai amadurecendo estruturas mentais qualitativamente diferentes e bem definidas, num processo de estágios sucessivos, onde um estágio de amadurecimento é essencial para a fase seguinte (PIAGET, 1971). Segundo ressalta Piovesan et al:

Os estágios representam o desenvolvimento da inteligência, que não ocorre de forma linear, nem por acúmulo de informações. Ele se dá por saltos, por rupturas, modificando-se com as experiências (PIOVESAN et al, 2018, 80).

Para Jean Piaget (1971), a aprendizagem acontece num processo de construção, onde o indivíduo utiliza as potencialidades e características próprias (psicogenéticas) na ação e interação física e social com o ambiente, provocando mudanças sucessivas nas estruturas mentais de cognição e fazendo com que o aprendizado seja incorporado à estrutura cognitiva do indivíduo. Esse processo de **Assimilação** leva a

uma **Acomodação** ou **Equilíbrio**, processos complementares de organização mental essencial para a adaptação do indivíduo ao mundo. À busca permanente de equilíbrio Piaget chamou de **equilíbrio majorante**, sendo este processo responsável pelo desenvolvimento mental do indivíduo. Embora não use o termo “aptidões inatas”, ele traz como fato que os indivíduos constroem seu conhecimento e se desenvolvem em termos cognitivos a partir de estruturas biológicas preexistentes.

Podemos citar ainda Howard Gardner (1994), que propôs a Teoria das Múltiplas Inteligências. Segundo ele, estudos em neuropsicologia e desenvolvimento cognitivo apontam para a existência de habilidades cognitivas mais diversas e específicas, defendendo assim a inexistência de habilidades gerais, que identificariam a inteligência como uma aptidão inata geral e única.

(...) existem evidências persuasivas para a existência de diversas competências intelectuais humanas, relativamente autônomas, abreviadas daqui em diante como “inteligências humanas”. Estas são as “estruturas da mente” do meu título. A exata natureza e extensão de cada “estrutura” individual não é até o momento satisfatoriamente determinada, nem o número preciso de inteligências foi estabelecido. Parece-me, porém, estar cada vez mais difícil negar a convicção de que há pelo menos algumas inteligências, que estas são relativamente independentes umas das outras e que podem ser modeladas e combinadas numa multiplicidade de maneiras adaptativas por indivíduos e culturas (GARDNER, 1994, p. 7).

Neste sentido, ele se distancia de Piaget, embora continue se baseando em aptidões biológicas e validando a Teoria Construtivista piagetiana. Gardner sugere, a partir da neuropsicologia, que as aptidões e habilidades humanas não são organizadas de forma linear. Segundo Pedro Ferreira, citando Gardner:

(...) uma criança pode ter um desempenho precoce numa área (Piaget designaria por pensamento formal) e situar-se na média ou até abaixo, noutra (o equivalente, por exemplo, ao estágio sensório-motor). Para Gardner, o desenvolvimento cognitivo é uma competência crescente de entender e expressar significado em diversos sistemas simbólicos empregues num contexto cultural (FERREIRA, 2010, 61).

As sete Inteligências Múltiplas propostas por Gardner (1994) são assim resumidas por Thomas Armstrong (ARMSTRONG, 2001, p. 14-15):

- a) *Inteligência linguística: a capacidade de usar as palavras de forma efetiva, quer oralmente, quer escrevendo.*
- b) *Inteligência interpessoal: a capacidade de perceber e fazer distinções no humor, intenções, motivações e sentimentos de outras pessoas.*
- c) *Inteligência intrapessoal: o autoconhecimento e a capacidade de agir adaptativamente com base neste conhecimento.*
- d) *Inteligência lógico-matemática: a capacidade de usar os números de forma efetiva e de raciocinar bem.*
- e) *Inteligência musical: a capacidade de perceber (por exemplo, como aficionado por música), discriminar (como um crítico de música), transformar (como compositor) e expressar (como musicista) formas musicais. Esta inteligência inclui sensibilidade ao ritmo, tom ou melodia e timbre de uma peça musical. Podemos ter um entendimento figural ou geral da música (global, intuitivo), um entendimento formal ou detalhado (analítico, técnico), ou ambos.*

f) **Inteligência espacial:** a capacidade de perceber com precisão o mundo visuoespacial (por exemplo, como caçador, escoteiro ou guia) e de realizar transformações sobre essas percepções (por exemplo, como decorador de interiores, arquiteto, artista ou inventor). Esta inteligência envolve sensibilidade à cor, linha, forma, configuração e espaço. Inclui também a capacidade de visualizar, de representar graficamente ideias visuais e de orientar-se apropriadamente em uma matriz espacial.

g) **Inteligência corporal-cinestésica:** perícia no uso do corpo todo para expressar ideias e sentimentos (por exemplo, como ator, mímico, atleta ou dançarino) e facilidade no uso das mãos para produzir ou transformar coisas (por exemplo, como artesão, escultor, mecânico ou cirurgião). Esta inteligência inclui habilidades físicas específicas, tais como coordenação, equilíbrio, destreza, força, flexibilidade e velocidade, assim como capacidades proprioceptivas, táteis e hápticas.

Assim, para Gardner (1994), todas as pessoas nascem com habilidades que são parte da sua bagagem genética, e com potencial para aprendizado em todas as “inteligências”. Porém, o modo como cada habilidade será desenvolvida pelo sujeito dependerá tanto dos fatores genéticos e neurobiológicos como pelas condições ambientais e culturas. Em cada cultura, certas habilidades são mais estimuladas que outras, e os indivíduos deverão buscar com maior ou menor facilidade, de acordo com suas aptidões, desenvolver as habilidades necessárias para a adaptação ao ambiente, constituindo-se este desenvolvimento no processo de aprendizagem.

Retomando, então, o objeto principal desta reflexão, a Geometria Descritiva: (a) reconhecemos a permanência da ideia de aptidões biológicas ou inatas nas várias teorias que envolvem a psicologia da inteligência; e (b) concluímos que a capacidade maior ou menor de visão espacial está ligada à aptidão individual, porém, na ausência de uma inteligência mais acurada relativa à visão espacial, ela pode ser desenvolvida através de processos de aprendizagem adequados.

O ensino da Geometria Descritiva

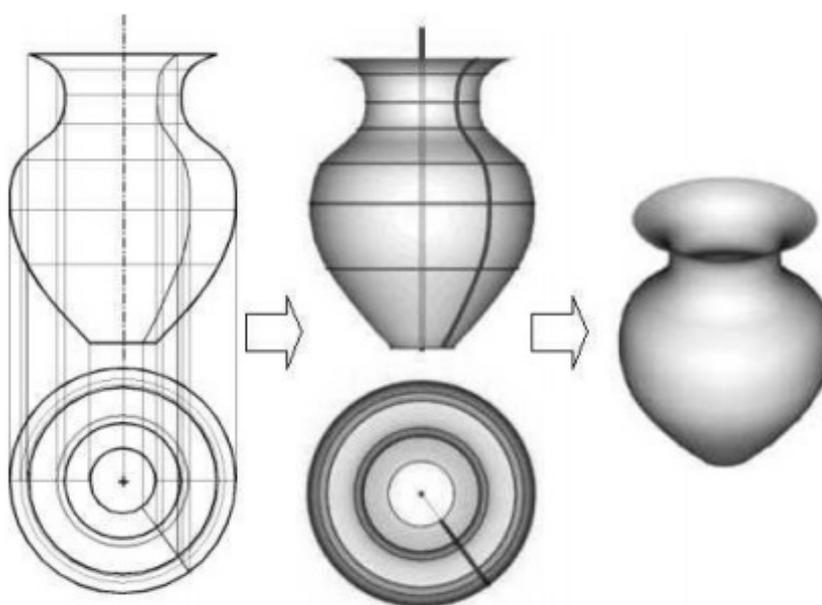


FIGURA 1 - Concepção de um objeto real em GD.

Fonte: DA SILVA et al., 2003, 3.

Tendo como base teorias mais tradicionais de ensino-aprendizagem, o ensino da GD usualmente parte de uma abordagem do abstrato para o concreto. Assim, é necessária uma capacidade de abstração, de modo a conseguir, através de conceitos básicos (ponto, reta, plano, linha de terra, eixos...) traçar objetos sólidos e representá-los em uma épura (sistema mongeano). Na prática, a ideia é passar figuras geométricas do espaço para uma representação bidimensional, concebendo o objeto real a partir de suas projeções. Neste processo, os alunos treinam o raciocínio lógico e a visualização mental.

No entanto, esse processo acaba gerando um paradoxo, já que o desenvolvimento da capacidade de visualização espacial “é um dos objetivos do ensino de Geometria Descritiva” (DA SILVA et all, 2003, 3)

Na busca de uma atualização do ensino da GD, o casal holandês Dina e Pierre Marie van Hiele trabalharam sobre a temática do pensamento geométrico na década de 1950, num momento em que os métodos de ensino da Matemática estavam sendo discutidos por diversos autores (MATOS, 1992). Para o casal, a Geometria poderia representar um mecanismo que facilitaria o uso das habilidades lógicas da mente. Deste modo, dentro de uma base estruturalista, propõem uma teoria voltada para o desenvolvimento do raciocínio em Geometria, que trabalha tanto com a percepção quanto com a interpretação cognitiva das estruturas geométricas (VAN HIELE, 1986).

Pedro Ferreira (2010), apresenta a teoria dos van Hiele, ressaltando que existem níveis de compreensão e aprendizagem da Geometria, ou seja, o pensamento em Geometria pode ser aperfeiçoado para além da aptidão natural do indivíduo, embora esta sirva obviamente como um agente facilitador. Isto aconteceria a partir de uma “didática adequada”, que envolveria uma sequência de fases de ensino, num modelo que nortearia a formação, levando os alunos a um nível mais complexo de pensamento geométrico.

Segue abaixo um quadro em que é apresentada uma caracterização resumida dos níveis de pensamento geométrico de van Hiele e suas propriedades (FERREIRA, 2010, 55-56):

TABELA 2 - Descrição dos níveis de van Hiele e suas propriedades.

Níveis	Propriedades
Nível 0: Visualização	Os alunos veem o espaço apenas como algo que existe à sua volta. Identificam as figuras geométricas somente pela sua aparência, não sendo capazes de distinguir as suas partes ou propriedades. Conseguem reproduzir figuras dadas e assimilar um vocabulário geométrico básico.
Nível 1: Análise	É aqui que se inicia a análise dos conceitos geométricos. Nesta etapa, o estudante começa a distinguir as características e propriedades das figuras, embora ainda não consiga estabelecer relações entre elas, entender as definições ou reconhecer inter-relações entre as figuras.
Nível 2: Dedução Informal	Nesta fase, o aluno começa a constituir inter-relações de propriedades entre (por exemplo, num quadrilátero, se os lados opostos são paralelos, necessariamente os ângulos opostos são iguais) e dentro de figuras (um quadrado é um retângulo porque tem todas as propriedades de um retângulo), compreendendo as suas propriedades e reconhecendo classes de figuras. Embora a definição passe a ter significado, o estudante permanece ignorante quanto ao significado da dedução como um todo e sobre o papel das hipóteses nas provas formais.
Nível 3: Dedução	O aluno principia a análise e compreensão do método dedutivo e as demonstrações com o procedimento axiomático associado. Ele é agora capaz de construir demonstrações e desenvolvê-las de diversas formas, distinguindo igualmente entre uma afirmação e a sua inversa.
Nível 4: Rigor	O estudante está neste momento habilitado a trabalhar em diferentes sistemas axiomáticos, analisando e assimilando geometrias não euclidianas. A geometria é percebida a partir de uma visão abstrata.

Trabalhar a partir das fases descritas por van Hiele é bastante útil na proposição de uma didática para ensinar GD, porém, como bem lembra Odete Palaré:

(...) qualquer professor deve considerar e reconsiderar, nas atividades desenvolvidas, que nem todos os alunos se encontram no mesmo nível de conhecimento e de representação do espaço. (PALARÉ, 2013, 144).

Além disso, não há uma verdadeira modificação do método tradicional, uma vez que trabalha com fases sucessivas até se alcançar a possibilidade de uma visão abstrata construída. É interessante, a este respeito, o que diz Eduardo Veloso:

O poder da visualização treina-se,² e uma das consequências de um ensino da geometria, em que se utilizem métodos activos de construção e manipulação de modelos, e em que existam actividades explícitas para desenvolver, a visualização é precisamente o acréscimo desse poder (VELOSO, 1998, 133).

A reflexão sobre os principais conceitos da Didática (meios e recursos didáticos) torna-se, portanto, necessária e mesmo fundamental no contexto da proposição de novas abordagens de ensino para a Geometria Descritiva. Segundo Marquès Graells (2011), os meios didáticos são os materiais elaborados visando facilitar o processo de ensino-aprendizagem. Eles se constituem em elementos estruturais, que devem ser escolhidos em termos não apenas de vantagens mais gerais de seu uso, como de reais possibilidades de sua aplicação no ambiente de ensino real. Tais elementos estruturais e suas características podem ser assim descritos: a) **sistema de símbolos**, podendo ser textuais, iconográficos ou sonoros; b) **conteúdo material**, com sua estruturação e elementos semânticos de seu conteúdo, os próprios recursos didáticos, sua forma de apresentação e estilo; c) **plataforma tecnológica**, que servirá de suporte e facilitar o acesso ao material e conteúdo fornecidos; d) **ambiente de comunicação** com o aluno, que irá depender do sistema de mediação utilizado (MARQUÈS GRAELLS, 2011, 2).

As funções dos meios didáticos seriam basicamente de proporcionar e organizar as informações, motivar para a aprendizagem, treinar as habilidades que estão sendo trabalhadas, proporcionar ambiente agradável para observação, exploração e criatividade, e avaliar os conhecimentos adquiridos (MARQUÈS GRAELLS, 2011, 2).

Já os recursos didáticos são os materiais que, no contexto ensino-aprendizagem, são utilizados para facilitar o desenvolvimento, pelo aluno, das atividades formativas (MARQUÈS GRAELLS, 2011, 4). Podem ser divididos em Materiais Convencionais (quadro de giz, livros, textos, materiais de laboratório, jogos), Recursos Audiovisuais (imagens fixas – diapositivos, ou em movimento – vídeos; e sonoras – gravações, CDs), e Novas Tecnologias (uso da informática).

A partir da virada do século, observamos no ensino em geral uma adesão crescente às ferramentas digitais (software). Nesta linha, Sônia Cielo (2001) argumenta que, numa Era da Informação, é necessário adotar uma postura mais próxima do “progresso tecnológico”, adotando formas alternativas para o ensino de GD, satisfazendo, assim, “as exigências do perfil do profissional do próximo milênio”. Segundo esta autora (CIELO, 2001, 311):

Não é pelo charme ou sabor de novidade que se impõem as novas tecnologias educativas. Faz-se necessário rever os métodos tradicionais de ensino da GD para, após uma análise comparativa, propor uma modalidade de se trabalhar esta disciplina, mais moderna, atraente e eficiente, que possa melhorar a qualidade do ensino da GD, através do aprimoramento da visão espacial, numa pedagogia participativa, onde o aluno sinta-se motivado e aprenda melhor.

2 Grifo do autor.

Dentro desta visão, torna-se imperativo refletir sobre as Novas Tecnologias para o ensino da GD na atualidade.

A Geometria Descritiva e as Novas Tecnologias

Ambiente de aprendizagem hipermídia HyperCAL^{GD}

Na década de 1980, com o objetivo de modernizar e melhorar as disciplinas de Expressão Gráfica, o projeto institucional REENGE (Reengenharia do Ensino de Engenharia)³, idealizou e desenvolveu o ambiente de aprendizagem hipermídia HyperCAL^{GD}, voltado para o ensino da Geometria Descritiva. Conforme explica Régio da Silva e colegas, que utilizaram e analisaram a experiência de uso desse ambiente de aprendizagem com estudantes do Departamento de Expressão Gráfica do Curso de Engenharia da UFRGS:

(...) a tecnologia utilizada consiste na união de diversas mídias eletrônicas através da linguagem HTML, criando-se um ambiente onde estão integrados texto, hipertexto, ilustrações, animações e realidade virtual (DA SILVA et all, 2003, 2).

O uso de ferramentas assíncronas tem a vantagem de que professor e estudante não precisam estar no mesmo lugar ao mesmo tempo, permitindo que cada participante acesse as informações no momento que achar mais apropriado. Isto pode se refletir em um maior tempo de reflexão e preparação das respostas pelos estudantes (RODRIGUES, 2002). No entanto, não há garantias de que isto aconteça com todos os alunos. No caso do HyperCAL^{GD}, foram implementadas as ferramentas “fórum” e “correio eletrônico” (e-mail), com a implantação do ambiente em sua versão online, será introduzido o chat. (DA SILVA et all, 2003, 6). Segundo esses autores, a experiência de uso do HyperCAL^{GD}, possibilitou uma inversão da abordagem tradicional que vai do abstrato para o concreto, possibilitando um caminho do concreto ao abstrato, considerado mais natural para o estudante pois desenvolve a capacidade de abstração a partir de uma lógica de conhecimento construído. Nesta lógica, o estudante passa do objeto real para as projeções do objeto para finalmente compreender como deve resolver problemas relativos às propriedades do objeto real (DA SILVA et all, 2003).

Em relação aos resultados obtidos nas turmas que participaram das aulas com o uso do HyperCAL^{GD}, os autores relatam que:

As taxas efetivas de aprovação aumentaram de 82% para 86,2%; a taxa de conceitos A (9,0 – 10,0) aumentou de 6,3% para 21,3%; a taxa da soma de conceitos A e B aumentou de 36,8% para 52,2%. (DA SILVA et all, 2003, 4).

Segundo Moran et all (2001), as novas tecnologias com o uso da informática podem ser complementares aos momentos presenciais, dinamizando as aulas, já que os alunos são estimulados a trazerem para a sala de aula o que fizeram no ambiente de aprendizagem virtual, tornando as aulas presenciais mais interessantes, vivas e participativas. Para que isto efetivamente aconteça, é necessário que os estudantes se coloquem realmente como atores do processo educativo, e isso vai depender de cada um. De todo modo, com a perspectiva do uso da informática:

³ A REENGE (Reengenharia do Ensino de Engenharia) é um subprograma do PRODENGE (Programa de Engenharia das Engenharias), proposto na década de 1980 e dedicado à reforma do ensino de engenharia.

A aula deixa de ter um aspecto presencial delimitado pela carga horária, para ser uma situação virtual ampliada, que possibilita um maior contato dos atores do processo educativo no desenvolvimento da disciplina. (DA SILVA et all, 2003, 10).

Ferramentas Gráficas CAD (Computer Aided Design)

Marcone (2017) destaca que está em vigor uma transição do analógico para o digital, com uma tendência de adesão crescente aos meios digitais em todas as áreas profissionais, e na Arquitetura não é diferente. No caso da Arquitetura, as plantas realizadas através do software AutoCAD foram consideradas um importante desenvolvimento para o processo de inovação do ensino e do trabalho com projetos arquitetônicos, embora ainda restritos às representações bidimensionais. Posteriormente, novas ferramentas de software foram criadas, sobretudo em plataformas BIM – Building Information Modeling, consideradas mais avançadas por conceber a forma em ambiente tridimensional⁴ e paramétrico. Deste modo, os processos de ensino da GD que partem da representação da forma através de projeções bidimensionais podem parecer anacrônicos.

Em uma série de experimentos com alunos de graduação, Marcone elaborou atividades de confecção de modelos 3D realizados em papel (maquetes), a partir de trechos de superfícies desenvolvíveis e não desenvolvíveis⁵. Para chegar aos modelos a serem recortados em papel e montados, utilizou uma variação no ferramental disponível aos alunos, definindo, por combinação, 4 tipos de ambientes de trabalho em 2 processos básicos de concepção/representação de um objeto no espaço: em duas e em três dimensões (que denominou, respectivamente, PI2D e PC3D).

No sistema 2D, utilizou o desenho à mão, no formato da é pura tradicional da Geometria Descritiva⁶, assim como as representações de mesma natureza feitas no programa AutoCAD. No sistema 3D, os objetos foram concebidos no programa Rhinoceros, a partir de seus comandos, assim como através de seu recurso de programação de algoritmo, denominado Grasshopper.

Foi observado que, através das ferramentas digitais, não apenas a concepção e geração das superfícies utilizadas são facilitadas, como também a modelagem em papel de modo a montar as maquetes. Além disso, as ferramentas digitais possibilitaram experimentar outras regras de geração das superfícies, assim como mantiveram os alunos motivados na exploração da geometria dos objetos.

Metodologias Ativas

O modelo tradicional de ensino tem sido questionado desde o final do século XIX, colocando em evidência a crítica à passividade do estudante frente ao professor. Este seria o responsável por passar as informações a alunos que “não sabem”, e os estudantes seriam então avaliados pela quantidade de informações que conseguiram reter, através de provas e trabalhos (SALVADOR, 1999).

Nas primeiras décadas do século XX, pensadores da educação e da pedagogia começam a mostrar uma insatisfação com o modelo de ensino tradicional utilizado amplamente naquele período. Assim, começam a surgir movimentos de renovação com suas primeiras propostas pedagógicas. Uma delas, a **Escola Nova**, também chamada de **Escola Ativa** ou **Escola Progressiva**, foi um movimento bastante amplo,

4 O início da Era BIM se dá em meados de 1980, porém no Brasil a adesão a estas ferramentas se deu tardiamente (MARCONE, 2017, 33).

5 Superfícies desenvolvíveis são isométricas a um plano. Ou seja, são obtidas pela deformação de um plano sem que esse seja esticado ou encurtado.

6 Sistema de projeções cilíndricas ortogonais. As projetantes são perpendiculares ao plano de projeção, onde o objeto é representado.

que tinha como base a ideia de que a educação deve representar momentos de satisfação para o estudante, que aprende o conteúdo de uma maneira mais ativa e participativa, onde a criatividade é estimulada. (SALVADOR, 1999). No Brasil, as ideias da Escola Nova foram inseridas em 1882 por Rui Barbosa (1849-1923).

Segundo Paulo Freire (1987), a Educação Tradicional seria uma “educação bancária”, a qual deveria ser ultrapassada. Dermeval Saviani (1983), chama esse modelo de aprendizagem de “não-crítica”, e advoga a passagem para metodologias pedagógicas mais críticas, onde o estudante passa a ser agente de seu próprio aprendizado, tendo o professor como um facilitador atento ao ambiente sociocultural dos alunos e suas demandas. Desta forma, o conhecimento construído se torna significativo para o estudante, que passa a compreender de forma crítica o mundo ao seu redor, tornando-se capaz de aumentar seu conhecimento no futuro, mesmo sem a ajuda de um professor.

Dentre as Metodologias Ativas, algumas se tornaram bastante conhecidas, tornando-se verdadeiros fenômenos no meio acadêmico, sendo consideradas como revolucionárias e inovadoras. São elas: a ABP – Aprendizagem Baseada em Problemas (*Design based learning*) e a Aula Invertida (*Flipped Classroom ou Inverted Classroom*).

Aprendizagem baseada em problemas – ABP (*Design based learning*)

A reconstrução histórica da ABP é muito imprecisa, no entanto, alguns autores apontam para Jerome S. Bruner e John Dewey como os construtores da base conceitual da ABP, uma vez que Bruner considera que a motivação impulsiona o indivíduo a conhecer melhor o mundo, e Dewey sugere que o estudante aprende melhor com eventos reais, e por isso devem ser utilizados problemas antecedendo os conceitos e provocando uma “aprendizagem autônoma” (PENAFORTE, 2001; RIBEIRO, 2005).

Todo o ato de pensar é original e favorece a descoberta, criando prazer da produtividade intelectual, diferentemente do armazenamento de informações transmitidas por terceiros. É necessário que sejam proporcionadas condições que estimulem o pensamento para que o aprendizado ocorra (DEWEY, 1959 apud BOROCHOVICIUS & TORTELLA, 2014, 270).

A ABP tem, portanto, como premissa básica, a utilização de situações da vida real para estimular o desenvolvimento de conceitos, alcançando um conhecimento construído com base na realidade e na ação conjunta de estudantes e professores.

Em 1965, na busca de mudanças visando a melhoria do ensino para a Escola de Medicina de McMaster, Ontário, Canadá, o reitor John Evans procurou informações sobre metodologias aplicadas em outras Escolas. Embora não tivesse uma clareza sobre o quê exatamente buscava, sua intenção era que o ensino fosse capaz não apenas de fazer os alunos decorarem conteúdos, mas que eles desenvolvessem habilidades para avaliar e interpretar as informações de modo a resolver problemas, trazendo respostas mais rápidas, precisas e criativas aos pacientes. Ele teve sua atenção despertada pelo “método de estudo de casos”, aplicado na Harvard Business School, nos Estados Unidos, que envolvia a discussão em grupo – médicos sêniores, professores e estudantes –, dos casos dos pacientes em tratamento. No entanto, esta atividade acontecia apenas nos últimos períodos dos cursos, quando os conteúdos curriculares já estavam bem adiantados, e a intenção era buscar uma teoria pedagógica que pudesse ser aplicada desde os primeiros anos, trazendo o estudante para a ação no contexto do aprendizado (BOROCHOVICIUS & TORTELLA, 2014).

Já na década de 1970, “a ABP foi introduzida na Universidade de Maastricht, na Holanda, em Newcastle na Austrália e Harvard, nos Estados Unidos” (BOROCHOVICIUS & TORTELLA, 2014, 267). No Brasil, esta metodologia de ensino-aprendizagem chegou

posteriormente, a partir da década de 1990, sendo implantada em diferentes Escolas de Medicina e Saúde Pública (Escola de Saúde Pública do Ceará em 1993; Faculdade de Medicina de Marília em 1997; Curso de Ciências Médicas da Universidade de Londrina em 1998), e continua fazendo sucesso e sendo empregada no Brasil e em diversas universidades no mundo, nas áreas da saúde, engenharia, pedagogia e outras (RIBEIRO, 2005; BOROCHOVICIUS & TORTELLA, 2014).

No caso específico de ensino da GD, algumas experiências com Aprendizagem Baseada em Projetos têm sido tentadas, e tais professores reportam resultados animadores. A metodologia da ABP foi utilizada, por exemplo, na disciplina Geometria Descritiva para turmas dos cursos de Design e Engenharia da UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (TEIXEIRA et al, 2006). Neste caso, foi proposto aos alunos que buscassem as técnicas da GD para solucionar problemas de projeto, buscando dar ao conteúdo um caráter inovador. Os autores concluíram que:

As aulas que apresentam casos práticos, ou problemas reais, trazem um grande ganho no processo de aprendizagem, pois permitem mostrar ao estudante que o conteúdo teórico é importante e fundamental, facilitando a tarefa de entender a utilização do que está sendo estudado, estimulando o trabalho em equipe e a interdisciplinaridade, assim como, o desenvolvimento de um estilo próprio para a solução de problemas (TEIXEIRA et al, 2006, 52).

Sala de Aula Invertida – SAI (Flipped Classroom ou Inverted Classroom)

Dentro da ideia de buscar alternativas educacionais mais significativas, J. Wesley Baker propôs e apresentou na *11th International Conference on College Teaching and Learning* a primeira publicação onde descrevia a metodologia pedagógica "Flipped Classroom", no ano de 2000. Baker baseou sua metodologia nas ideias de pró-atividade, colaboração e aprendizagem contínua, invertendo a lógica tradicional das aulas. A proposta é o estudante receba os conteúdos básicos anteriormente à aula presencial, através de vídeos, textos, arquivos de áudio, games ou outros. Em sala, cabe ao professor esclarecer dúvidas e aprofundar o aprendizado com exercícios e conteúdos complementares, estimulando a colaboração entre os alunos (BAKER, 2000). Deste modo, o primeiro contato com os conteúdos se dá em casa, e o tempo da aula passa a ser utilizado para potencializar a aprendizagem.

Antes da *Flipped Classroom* de Baker, ideias semelhantes já vinham sendo pensadas na década de 1990, com autores como Eric Mazur, em "*Peer instruction: User's manual*" e Gregor Novak em "*Just-in-time Teaching*" (MAZUR, 1997; NOVAK et al, 1999). Segundo Valério & Moreira (2018, 216), "a SAI se tornou um fenômeno acadêmico e midiático, assumindo **rótulos de revolução e inovação**⁷ educacional".

Percebemos que a SAI se tornou bastante popular entre professores desde o Ensino Médio até o Ensino Superior, e os resultados de pesquisas neste campo tendem a apontar para o êxito de seus resultados. Apesar disto, é necessário buscar contrapontos e "valorizar o debate acadêmico" (VALÉRIO & MOREIRA, 2018, 218).

Dentro das experiências da SAI no ensino de GD, trazemos como exemplo a pesquisa realizada por LIMA (2019), com estudantes de graduação em Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, UNESP (Universidade Estadual Paulista), Bauru, na disciplina "Conforto Ambiental". No processo de construção da SAI, o autor optou por transformar a sala de aula em um ateliê de projeto. As suas conclusões foram assim resumidas:

⁷ Grifo do autor.

Através das possibilidades proporcionadas pela metodologia ativa da Sala de Aula Invertida, foi constatado que, de fato, o processo projetual, integrado como instrumento para o ensino da arquitetura bioclimática e da geometria solar, pode contribuir significativamente aos resultados de aprendizagem e aos níveis cognitivos atingidos pelos alunos. Entretanto, mesmo os melhores projetos, no âmbito bioclimático, apresentaram inadequações funcionais e uma considerável limitação de abstração⁸, o que levou à necessidade de se investigar as inadequações presentes na estratégia aplicada (LIMA, 2019, 5).

A apresentação e breve reflexão sobre modelos e metodologias pedagógicas foram bastante úteis no processo de pensar sobre a experiência de ensino remoto que foi utilizada, pela primeira vez, neste ano de 2020, tendo em vista a ocorrência da pandemia de coronavírus. Passaremos agora a trazer o relato desta experiência no ensino de Geometria Descritiva 2 (GD2) para as turmas da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro – FAUFRJ.

Experiência de Aula Remota na UFRJ no Período Letivo Especial (PLE)

A pandemia de coronavírus trouxe muitas preocupações, não apenas no âmbito da saúde, mas também em outros contextos, já que houve a necessidade sanitária de diversas restrições de circulação de pessoas, confinamento nas residências, uso de máscaras e interdição de diversas atividades presenciais ligadas a trabalhos e escolas. Algumas empresas imediatamente começaram a organizar suas atividades a partir do modelo home-office. Já as escolas e universidades, pegadas de surpresa (aliás, como todos), demoraram um pouco mais para decidir as estratégias possíveis na situação dada.

Como professor de Geometria Descritiva, num primeiro momento considerei impossível trabalhar com uma modalidade de ensino que não fosse presencial. O assunto é complexo, as aulas requerem muita interação professor-aluno e, ao longo de anos de trabalho, considero como fato que os estudantes têm enorme dificuldade com a disciplina. A GD não é mais ministrada na maioria das escolas de Ensino Médio no Brasil, e o estudante de arquitetura chega à faculdade, em geral, com dificuldades na visão espacial. O THE – Teste de Habilidade Específica, tem como proposta exatamente minimizar esta situação, já que serve como um filtro para determinar as habilidades visuais que serão tão necessárias ao longo de todo o curso.

A continuidade da pandemia trouxe impasses para a questão educacional. Nos Ensinos Fundamental e Médio verificou-se uma clara divisão entre as escolas públicas e privadas. Não trataremos aqui desta questão específica, mas aparentemente esta divisão se deu também no âmbito das Universidades.

A proposta da realização de um Período Letivo Especial terminou por colocar a questão do Ensino Remoto em pauta. Foi um desafio e os professores do Setor de Análise Representação da Forma tiveram que debater sobre os diversos métodos de ensino, tecnologias disponíveis, perfil atual do aluno, novas abordagens possíveis, etc. Programas, plataformas e configurações as mais variadas foram testadas e comparadas. No caso da GD2, disciplina do 2º período, com alguma criatividade e um certo senso de improvisação, o quadro negro foi substituído por um celular apontado para baixo, usando um aplicativo (DroidCam) que reproduz a imagem na tela do computador, que é compartilhada com os alunos. As reuniões são realizadas através do aplicativo Zoom e a plataforma agregadora dos conteúdos e de controle de entrega e correção dos trabalhos é o Google Classroom.

⁸ Grifo do autor.

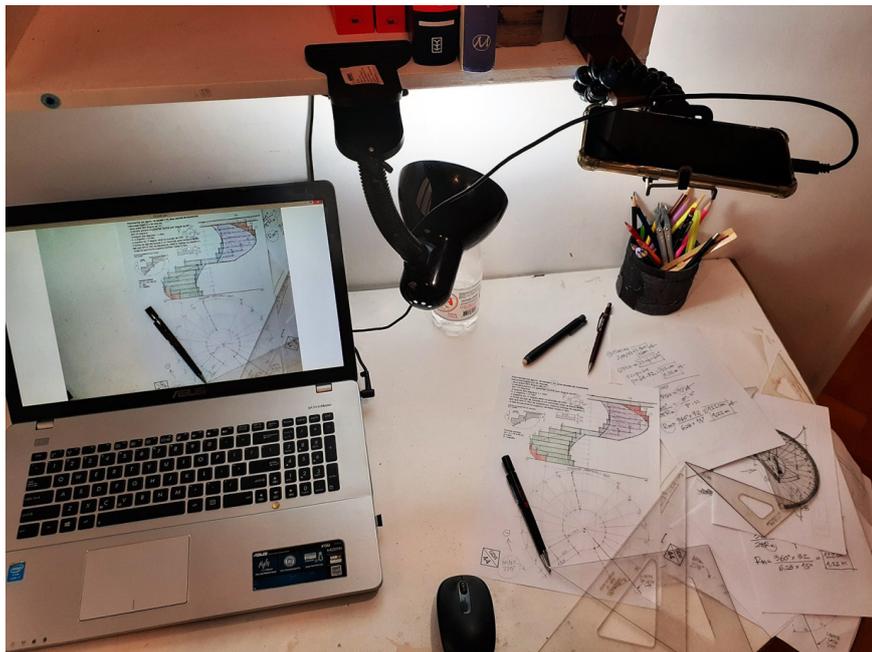


FIGURA 2 - Montagem para aula remota - desenho manual.

Fonte: Autor.

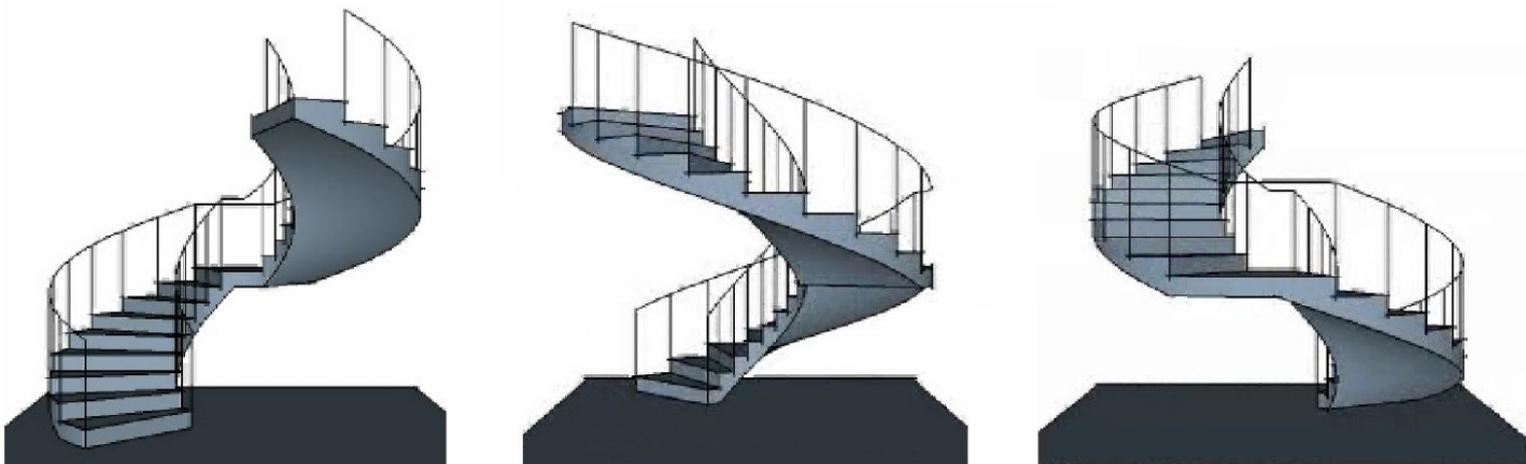


FIGURA 3 - Material digital apresentado aos alunos.

Fonte: Autor.

O período normal do curso presencial é de 15 semanas, com carga horária semanal de 5h (duas aulas de 2h30), num total de 75h. No PLE, o período foi reduzido para 12 semanas, com a mesma carga horária semanal nominal, porém não permitindo a totalidade das horas diárias no modo online. No caso da GD2, foi adotado o modelo de 1h30 online (aula síncrona) e 1h em horário livre para o aluno. Na prática, o tempo em contato com o professor foi reduzido a menos da metade (36h). Em razão dessa redução, o conteúdo precisou ser reestruturado e condensado. A disciplina foi dividida em módulos entre os dois professores e as 4 provas substituídas por trabalhos práticos, ao final de cada módulo, a seguir descritos:

Módulo 1 - Telhados (4 aulas);

Módulo 2 - Superfícies Cônicas, Cilíndrica, Piramidal e Prismática (4 aulas);

Módulo 3 - Hélices, Helicoides, Vigas e Escadas Helicoidais (8 aulas);

Módulo 4 - Superfícies de Revolução, Toro, Seções e Interseções (8 aulas).

Cabe ressaltar que a prova, no sistema presencial, ocupa uma aula inteira (2h30), o que não acontece com o trabalho prático, que é feito em horário extraclasse. Com 4 provas no período, das 15 semanas presenciais, duas delas são ocupadas por provas, o que configura 13 semanas de aulas efetivas. A reestruturação e condensação do conteúdo, portanto, ocorreu mais em função do menor tempo diário no contato professor-aluno do que da redução do período para 12 semanas.

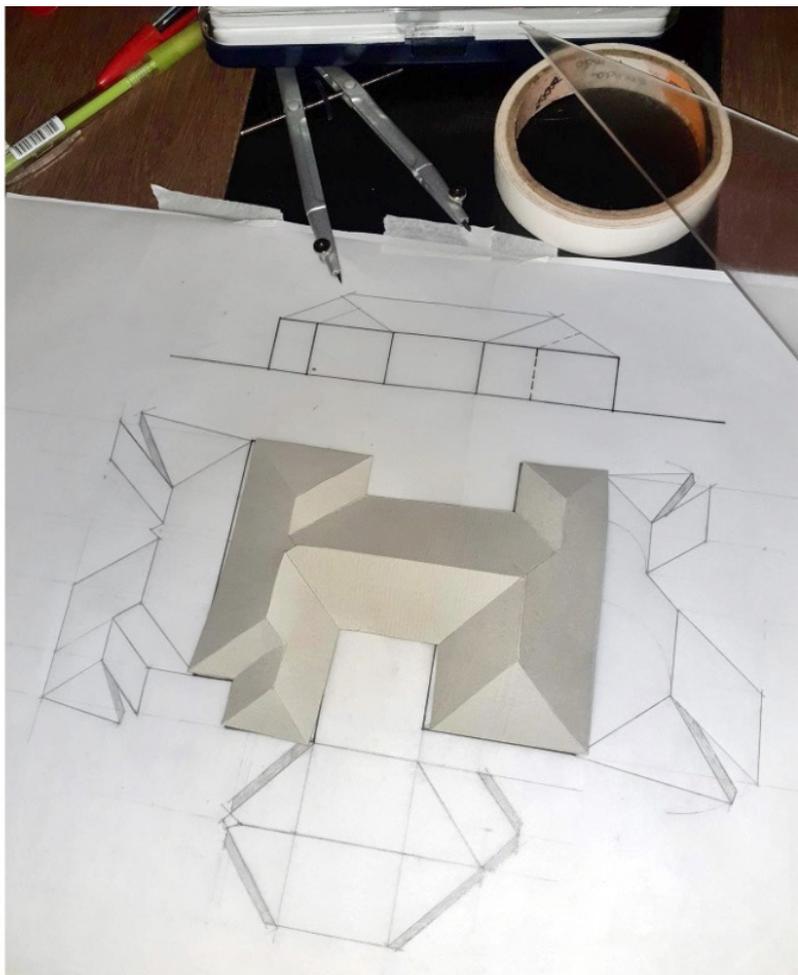
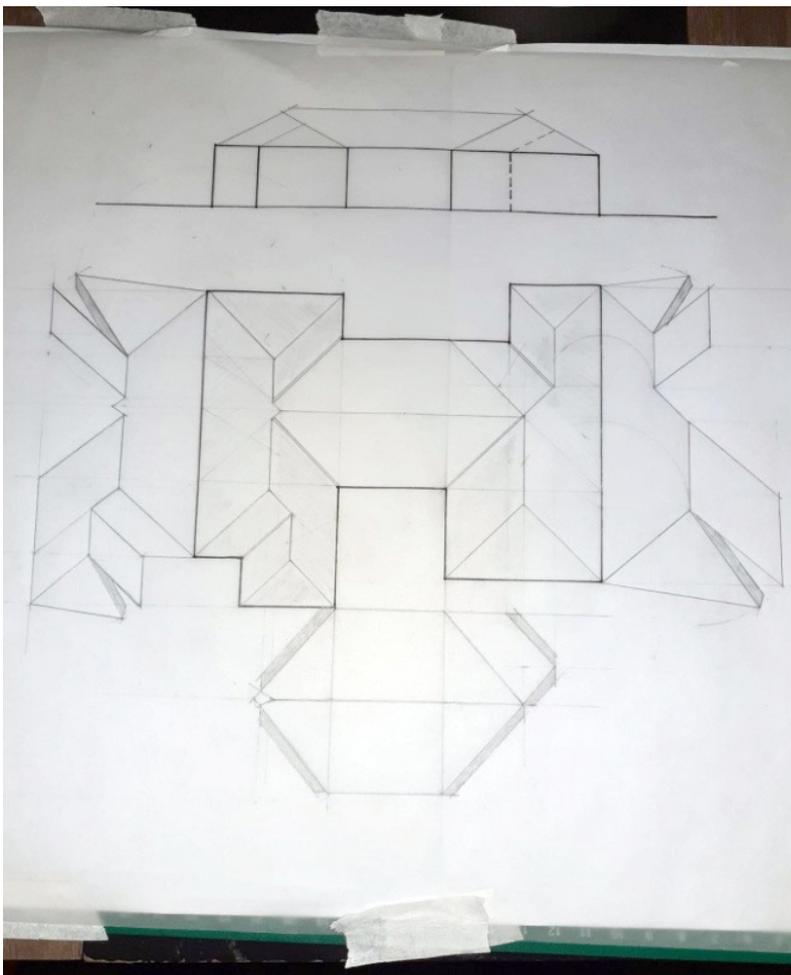
Na reestruturação dos métodos de ensino, em alguns assuntos foram usados recursos de aula invertida (*flipped classroom*) através de mídias gráficas (imagens e vídeos), com conteúdos a serem explorados em aula em situação de problemas ou exercícios. As próprias aulas síncronas, atendendo a demandas do corpo discente, foram gravadas e disponibilizadas na plataforma *Google Classroom*, para posterior consulta, tanto para quem desejava rever quanto para quem não pôde estar presente online.

Um recurso que é praxe nas aulas presenciais, o apoio de alunos-monitores, foi mantido no sistema remoto. A disciplina conta com 4 monitores no auxílio extraclasse aos alunos, que atuam através de redes sociais e/ou videoconferências.

Embora o esforço conjunto tenha sido proveitoso no geral, o sistema de aulas remotas envolve uma série de restrições. Entre elas estão o próprio meio (internet), as conexões, velocidade de acesso, instabilidades da rede, travamento de som e imagem, etc. Além disso, alguns alunos só têm acesso às aulas por celular, o que, a todos esses problemas, soma-se o da tela extremamente reduzida para uma disciplina que trabalha essencialmente com representação gráfica.

FIGURA 4 - Exemplos de trabalhos feitos pelos alunos - telhados de criação livre.

Fonte: Autor.



A entrega dos trabalhos apresenta igualmente suas limitações. No contexto da pandemia, com a dificuldade de circulação e mobilidade, a exigência quanto aos materiais utilizados para maquetes e desenhos foi flexibilizada, de modo a favorecer a utilização de material que eles já possuem em suas casas. Além disso, o que é entregue são as imagens dos trabalhos, na forma de fotografias, que são obtidas, via de regra, através do próprio celular. Dependendo da qualidade do aparelho, assim como da habilidade e desenvoltura do aluno no registro fotográfico, problemas de enquadramento, nitidez, iluminação, entre outros, com frequência causam dificuldades, de maior ou menor grau, para uma boa visualização do material apresentado para ser avaliado e corrigido.

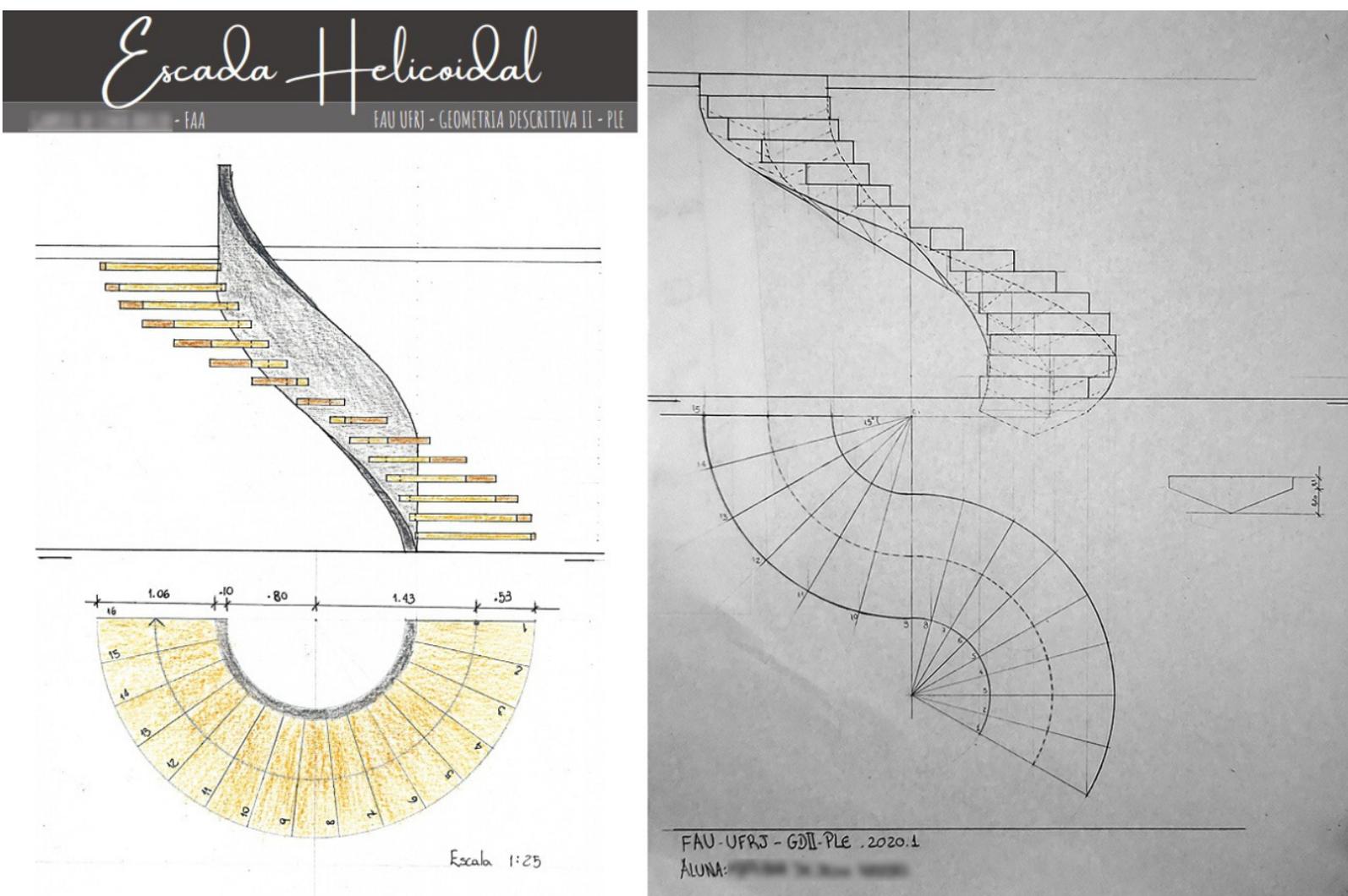


FIGURA 5 - Exemplos de trabalhos feitos pelos alunos - escadas helicoidais de criação livre.

Fonte: Autor.

Outro inconveniente já clássico, a esta altura da pandemia, é o fato de os alunos, na grande maioria, fecharem suas câmeras e áudios, transformando a aula, em grande parte, num monólogo diante de uma tela de computador inerte. Essa reduzidíssima interação é, sem dúvida, um elemento fortemente desmotivador para o professor. Esta situação, na verdade, vai contra a ideia de que o uso de ferramentas online seria sempre interessante para o aluno. De todo modo, os alunos têm acesso a materiais e exercícios e podem interagir com os monitores, em atividades essencialmente práticas e de explicação extra do conteúdo já proposto. Num certo modo, uma espécie de SAI, mas sem muitas das ferramentas que a metodologia SAI utiliza.

Vemos que, de uma maneira mais abrangente, a aplicação de metodologias propostas em outros países, com uma cultura de ensino fundamental e médio mais homogênea e conteúdo diverso do currículo brasileiro, é um grande desafio em nossas turmas e não pode ser automaticamente implementada. A própria relação professor-aluno em nossa cultura é bastante diferente da observada em países industrializados. Além disso, é largamente recorrente entre professores a dificuldade que têm em fazer os alunos estudarem material disponibilizado previamente, o que consiste, por exemplo, na essência da metodologia da Aula Invertida. Uma dificuldade adicional está na heterogeneidade do corpo discente no que diz respeito à formação em geometria. Os alunos vindos de algumas escolas específicas (escolas técnicas, Colégio Pedro II e outros), apresentam uma base de conhecimentos em geometria muito acima da média. No outro extremo, há alunos que desconhecem os elementos mais rudimentares da disciplina. Nesse aspecto, uma adaptação do método de Paulo Freire (1987), com uso pedagógico de situações e objetos do cotidiano para introduzir e fixar conceitos, assim como da afetividade (presente num ambiente bem-humorado, descontraído e cordial), tem apresentado, na minha experiência, resultados bastante positivos para os conceitos da geometria.

A prática desenvolvida nessa modalidade remota, como apresentado acima, está combinando e avaliando metodologias diversas, de modo a otimizar os resultados pedagógicos. Apesar de todas as restrições apresentadas, no entanto, o retorno, por parte dos alunos, tem sido surpreendentemente favorável. Na sua percepção, o curso está muito bem estruturado, as aulas são claras e objetivas e o conteúdo pôde ser bem absorvido. Os trabalhos apresentados, apesar das limitações mencionadas, confirmam um bom nível geral de aproveitamento das turmas.

Considerações Finais

O uso de novas tecnologias digitais foi impulsionado pelo surgimento da Internet de alta velocidade e pelas novas propostas metodológicas na Educação, que se centraram na comunicação à distância e assíncrona. No entanto, é preciso considerar que um bom recurso didático não é obrigatoriamente um recurso que utilize novas tecnologias e ferramentas online. Segundo Marquès Graells (2011), a escolha de meios e recursos didáticos deve ser feita de forma objetiva, considerando os objetivos da disciplina, conteúdos, características dos estudantes e dos contextos.

Com certeza a experiência com as aulas remotas mostraram que as metodologias ativas podem ser um caminho a seguir, mas são necessários novos estudos e o aprofundamento da pesquisa, com uma postura analítica rigorosa. Não podemos perder de vista que o objetivo da Geometria Descritiva, num curso como o de Arquitetura, visa o desenvolvimento tanto dos aspectos da geometria da forma, de maneira geral, quanto da visão espacial das formas tridimensionais e suas articulações, habilidade absolutamente indispensável ao arquiteto. Esta habilidade possibilita a materialização de uma ideia, estando presente nas fases de criação, adequação e representação das formas. Assim, ao unir a criatividade à capacitação técnica torna-se possível a transformação de uma ideia em um produto real. Ao trabalhar com a habilidade de desenhar, uma maior criatividade no pensar vai sendo construída. O aprendizado da GD fomenta outras habilidades mentais e por isso o estudo de metodologias pedagógicas mais adequadas para o ensino-aprendizagem da Geometria Descritiva é algo que deve ser aprofundado e propagado.

Referências

- ALMEIDA, L.S. As aptidões na definição e avaliação da inteligência: o concurso da análise fatorial. **Paidéia: Cadernos de Psicologia e Educação**, Ribeirão Preto-SP, vol. 12, n. 23, p. 5-17, jan., 2002.
- ARMSTRONG, T. **Inteligências múltiplas na sala de aula**. 2ª ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 2001, 192 p.
- BAKER, J.W. The "Classroom Flip": Using Web course management tools to become the guide by the side. In: CHAMBERS J.A. (Ed.) **Selected Papers from the 11th International Conference on College Teaching and Learning**. Jacksonville-FL: Florida Community College at Jacksonville, 2000, p. 9-17.
- BOROCHOVICIUS, E.; TORTELLA, J.C.B. Aprendizagem Baseada em Problemas: um método de ensino-aprendizagem e suas práticas educativas. **Ensaio: Aval. Pol. Públ. Educ.**, Rio de Janeiro, v.22, n. 83, p. 263-294, abr./jun., 2014.
- CIELO, S.M. Proposta de Renovação para o Ensino da Geometria Descritiva Utilizando Recursos Gráficos Computacionais. In: XXIX Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, COBENGE: Experiências Concretas no Ensino da Engenharia, 2001, 19-22 Dez., **Anais**, Porto Alegre-RS: PUCRS, Código do Artigo: NTM064.
- DA SILVA R.P. et al. A Aplicação de Estratégias Pedagógicas Não Presenciais no Processo de Ensino-Aprendizagem da Geometria Descritiva. In: XVI Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico – Graphica. V International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design. 2003, 08-11 Set., Santa Cruz do Sul-RS. **Anais**, Santa Cruz do Sul-RS: ABEG, 2003.
- DA SILVA, C.I.D.N. A insubstituível Geometria Descritiva. In: Educere – VI Congresso Nacional de Educação, 2006, Curitiba-PR, **Anais**, Curitiba-PR: PUCPR, 2006, p. 1852-1867.
- FERREIRA, P.M.M. **Para uma Didática da Geometria Descritiva**. 2010. 93 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Artes Visuais) – Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação e Faculdade de Belas Artes, Universidade do Porto, Porto-Portugal, 2010.
- FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. 17ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987, 218 p.
- GARDNER, H. **Estruturas da mente: a teoria das inteligências múltiplas**. Porto Alegre: Artmed, 1994, 360 p.
- LIMA, J.V.S. **Sala de Aula Invertida no ensino da arquitetura bioclimática em projeto**. 2019. 193 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Universidade Estadual Paulista – UNESP "Júlio de Mesquita Filho", Bauru-SP, 2019.
- MARCONE, R. **A Geometria Descritiva em Ensino de Arquitetura e Urbanismo e as ferramentas CAD: diálogos possíveis**. 2017. 152 p. Tese (Doutorado em Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, PROARQ, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Rio de Janeiro, 2017.
- MARQUÈS GRAELLS, P. **Los Medios Didácticos**. Barcelona, Universitat Autònoma, 2011. Disponível em: <<http://www.peremarques.net/medios.htm#componentes>>. Acesso em: 01 de out., 2020.
- MATOS, J.M. Acomodando a teoria de van Hiele a modelos cognitivos idealizados. In: **Quadrante – Revista teórica e de investigação da Associação de Professores de Matemática**, Lisboa-Portugal, n 1, vol 1, p. 93-112, 1992.

- MAZUR, E. Peer **Instruction**: a user's manual. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1997, 253 p.
- MORAN, J. M.; MASETTO, M. T. e BEHRENS, M. A. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 2ª ed. Campinas: Papyrus, 2001, 176 p.
- NOVAK, G. et al. **Just-In-Time Teaching**: Blending Active Learning with Web Technology. New Jersey: Prentice Hall, 1999, 188 p.
- PALARÉ, O.R. **Geometria Descritiva**: História e didática – novas perspectivas. 2013. 323 p. Tese (Doutorado em Belas Artes, Especialidade em Geometria) – Faculdade de Belas Artes, Universidade de Lisboa, Lisboa-Portugal, 2013.
- PENAFORTE, J.C. John Dewey e as raízes filosóficas da aprendizagem baseada em problemas. In: MAMEDE, S.; PENAFORTE, J. (Org.). **Aprendizagem baseada em problemas**: anatomia de uma nova abordagem educacional. Fortaleza: Hucitec, 2001. p. 49-78.
- PIAGET, J. **A epistemologia genética**. Petrópolis-RJ: Vozes, 1971, 110 p.
- PIOVESAN, J. et al. **Psicologia do Desenvolvimento e da Aprendizagem. Livro Didático**. Licenciatura em Computação. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria-RS: UAB/NTE/UFSM, 2018, 161 p.
- POZO, J.I. **Aprendizes e Mestres**: a nova cultura da aprendizagem. Porto Alegre, Artmed, 2002, 296 p.
- RIBEIRO, L.R.C. **A aprendizagem baseada em problemas (PBL)**: uma implementação na educação em engenharia na voz dos atores. 2005. 209 p. Tese (Doutorado em Educação, Concentração em Metodologia do Ensino) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005.
- RODRIGUES, R. C. **Educação a distância em cursos presenciais do ensino superior. Uma análise de estratégias pedagógicas não presenciais**. 2002. 145 p. Dissertação (Mestrado em Educação, Arte e História da Cultura) – Faculdade de Educação, Arte e História da Cultura. Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2002.
- SALVADOR, C. C. et al. **Psicologia da educação**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1999, 182 p.
- SAVIANI, Dermeval. **Escola e democracia**: teorias da educação, curvatura da vara, onze teses sobre educação e política. Campinas-SP: Autores Associados, 1983, 112 p.
- TEIXEIRA, F.G. et al. Geometria Descritiva: Aprendizagem Baseada em Projetos. In: XXXIV COBENGE – Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2006, Set., Passo Fundo-RS, **Anais**, Passo Fundo-RS: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2006, p. 1.42-1.55.
- VALÉRIO, M.; MOREIRA, A.L.O.R. Sete Críticas à Sala de Aula Invertida. **Contexto & Educação**. Ijuí-RS, Ano 33, n. 106, p. 215-230, Set./Dez., 2018.
- VAN HIELE, Pierre. **Structure and insight**: A theory of mathematics education. London: Academic Press, 1986, 262 p.
- VELOSO, Eduardo. **Geometria: temas actuais – materiais para professores**. Lisboa-Portugal: Instituto de Inovação Educacional, 1998, 399 p.

RESPONSABILIDADE INDIVIDUAL E DIREITOS AUTORAIS

A responsabilidade da correção normativa e gramatical do texto é de inteira responsabilidade do autor. As opiniões pessoais emitidas pelos autores dos artigos são de sua exclusiva responsabilidade, tendo cabido aos pareceristas julgar o mérito das temáticas abordadas. Todos os artigos possuem imagens cujos direitos de publicidade e veiculação estão sob responsabilidade de gerência do autor, salvaguardado o direito de veiculação de imagens públicas com mais de 70 anos de divulgação, isentas de reivindicação de direitos de acordo com art. 44 da Lei do Direito Autoral/1998: “O prazo de proteção aos direitos patrimoniais sobre obras audiovisuais e fotográficas será de setenta anos, a contar de 1º de janeiro do ano subsequente ao de sua divulgação”.

O **CADERNOS PROARQ (issn 2675-0392)** é um periódico científico sem fins lucrativos que tem o objetivo de contribuir com a construção do conhecimento nas áreas de Arquitetura e Urbanismo e afins, constituindo-se uma fonte de pesquisa acadêmica. Por não serem vendidos e permanecerem disponíveis de forma online a todos os pesquisadores interessados, os artigos devem ser sempre referenciados adequadamente, de modo a não infringir com a Lei de Direitos Autorais.

Submetido em 10/11/2020

Aprovado em 16/12/2020