Entre tecnologias sociais e de representação: aprendizagem colaborativa sobre a geometria implícita na ação projetual

Among representation and social technologies: collaborative learning on implicit geometry in designing

Cristiane dos Santos Nunes

Mestre em Arquitetura e
Urbanismo
Colaboradora do Grupo GEGRADI,
Universidade Federal de Pelotas,
Pelotas, Brasil
cristiane.nunes@outlook.com

Stefani Curth Goulart

Acadêmica de Arquitetura e
Urbanismo
Curso de Arquitetura e Urbanismo,
Universidade Federal de Pelotas,
Pelotas, Brasil
stefanigoulart@outlook.com

Adriane Borda Almeida da Silva

Doutora em Educação
Docente do Departamento de
Arquitetura e Urbanismo,
Universidade Federal de Pelotas,
Pelotas, Brasil
adribord@hotmail.com

RESUMO:

Este estudo partiu da dificuldade de construir, junto ao contexto formativo de arquitetura, um repertório geométrico e de técnicas de representação, suficiente para o uso de métodos que exigem a tomada de consciência sobre o controle preciso da forma. Trata-se de compreender a tentativa de tradução de momentos da ação projetual em procedimentos parametrizados e/ou algoritmizados para a sua qualificação por meio da fabricação digital. A questão traz à tona problemas de base formativa em geometria de difícil resolução no âmbito do ensino superior. Por meio de uma ação extensionista, e no âmbito de atividades curriculares de primeiro semestre de curso, estabeleceu-se um processo de projeto participativo, no qual estudantes de arquitetura projetaram objetos para estudantes de ensino fundamental, tratando-se de envolver elementos capazes de promover a construção de tal repertório. O estudo resultou na aceleração e no compartilhamento do aprendizado, constatando a urgência de intensificar a atribuição de sentido ao uso do conhecimento da geometria e da tecnologia desde o primeiro momento de formação, para ambos os contextos.

Palavras-chave: representação gráfica e digital; geometria; projeto de arquitetura; extensão; tecnologias sociais.

ABSTRACT:

This study started from the problematic of constructing, alongside with the architecture educative context, a repertoire in geometry and techniques of representation, sufficient for the use of methods that require the awareness on the precise forms control. This is to understand the attempt to translate moments of designing into parameterized and/or algorithmized procedures for their qualification through digital manufacturing. The topic raises questions of formative basis about geometries that are difficult to approach in higher education. Through an extension action, and in the scope of curricular activities in the first semester of the course, a participative design process was established, in which undergraduates in architecture designed objects for elementary school students, trying to involve elements capable of promoting the construction of such repertoire. The study resulted in the acceleration and sharing of learning, realizing the urgency of intensifying the attribution of meaning to the use of knowledge of technology and geometry from the first moment of the graduation, for both contexts.

Keywords: graphic and digital representation; geometry; architectural design; extension; social Technologies.

1. INTRODUÇÃO

Ao ingressar em um Curso de Arquitetura, os estudantes apresentam diferentes níveis de conhecimento geométrico, resultantes de suas distintas trajetórias formativas. As duas primeiras autoras deste estudo, enquanto docentes de disciplinas de geometria e representação, de primeiro semestre de Curso, estão presenciando a intensificação, nestes últimos anos, desta diversidade. Identifica-se um espectro, em uma mesma turma, de estudantes oriundos: de cursos técnicos, com um conhecimento avançado em tecnologias digitais de representação; de cursos superiores, trazendo um grau de maturidade importante para todo o contexto de aprendizagem; de escolas públicas ou privadas, em sua maior parte, com demonstrações de que tenha havido pouco ou nada de investimento sistêmico para o desenvolvimento da inteligência espacial em suas experiências formativas. Também se tem a percepção de que a maior parte, mesmo dos que trazem uma experiência com o desenho técnico, utiliza-se do conhecimento da geometria de maneira protocolar, sem demonstrar destreza no uso deste conhecimento para a resolução de problemas, tanto cotidianos como profissionais. Frente a isto, a atenção deste trabalho esteve voltada para promover a atribuição de sentido a tal conhecimento para a resolução de problemas desde o primeiro momento formativo. Trata-se, assim, de investir no nivelamento dos estudantes em relação a um repertório mínimo em tecnologias de representação e em geometria plana e espacial.

Entende-se que, em um primeiro momento do Curso, é necessário motivar os estudantes para um processo colaborativo de aprendizado, para que se possa acelerar o resgate ou aquisição do repertório referido como condição necessária para a introdução à prática projetual de arquitetura. Elam (2018), destaca a importância do conhecimento geométrico para que se possa pôr em prática as intenções formais de um projeto. A linguagem de expressão do arquiteto é por meio da forma, sendo a geometria sua estrutura. Quanto mais amplo for o conhecimento em geometria maior liberdade terá para compor sua linguagem. Para Ching (2013), “se nossa compreensão de uma linguagem de projeto é limitada, a gama de soluções possíveis a um problema também será limitada” (CHING, 2013, p. 9).

No contexto em que se desenvolveu este estudo, as disciplinas de geometria e representação, até uma reforma curricular ocorrida em 2017, estavam isoladas sem uma integração efetiva com o projeto. Mesmo que as estratégias didáticas estivessem dirigidas para contemplar problemas significativos de geometria e representação na arquitetura, o fato de não haver uma aplicação imediata em um problema próprio de cada estudante (impulsionado por um tema da disciplina de Projeto), fazia com que os exercícios fossem realizados, pela maioria, de maneira protocolar. A experiência tem demonstrado que esta pouca apropriação de conceitos geométricos, advém também da descontinuidade neste investimento. No decorrer da trajetória dos estudantes, para além do primeiro ano, existem poucos momentos curriculares para o aprofundamento em geometria. Estes

momentos ficam a cargo das disciplinas de Projeto e, por tanto, dependentes dos conhecimentos específicos dos docentes e dos tempos didáticos, muitas vezes exíguos para abordar deficiências em conhecimentos prévios.

Percebe-se também, junto ao contexto de arquitetura em questão, mesmo sem um estudo sistematizado, mas por meio da experiência em participação em bancas de trabalhos de conclusão de curso, um significativo avanço em diferentes áreas como por exemplo, em história e teoria da arquitetura, tecnologias e sistemas construtivos, conforto ambiental, decorrentes do retorno de investimento da formação docente em programas de pós-graduação stricto sensu. Talvez, por todas estas áreas estarem distribuídas ao longo do Curso, em momentos em que os estudantes apresentam maior maturidade para a reflexão, e adquirido um repertório mais amplo para efetivar a conexão e síntese entre as diferentes disciplinas, os reflexos sejam diferentes em relação ao que se tem percebido quanto ao controle da organização formal. Percebe-se, em geral, a inconsciência de um estudante, de estágios avançados de curso, em relação às estratégias que adota para a expressão e organização formal de seus projetos. Coleccionam-se depoimentos de estudantes que não compreendem as avaliações tanto negativas ou positivas atribuídas as suas resoluções formais de projeto. A terminologia empregada nas próprias avaliações é de caráter subjetivo, como por exemplo, falta de unidade, de ritmo, de pregnância. Termos advindos de teorias tidas como fundamentais e introdutórias, como a Gestalt, mas que não foram compreendidas em sua complexidade pelos estudantes. O que é óbvio para um arquiteto experiente muitas vezes é invisível para os estudantes. Os tradicionais exercícios compositivos, abarcando as transformações geométricas e projetivas, de fácil reprodução e associação aos termos subjetivos, muitas vezes não são apropriados ao ponto de se estabelecerem como repertório procedimental em momentos de organização formal.

Neste sentido, Burry e Burry (2010) destacam a importância de realizar uma abordagem conjunta entre arquitetura e a geometria. Segundo os autores, quando estudantes e profissionais da área de arquitetura se apropriam dos padrões fornecidos pela geometria, os seus projetos podem ser desenvolvidos a partir de processos lógicos e intencionais. Nesta direção, Elam (2018), contribui com seu discurso didático, explicitando alguns dos elementos objetivos da geometria que podem auxiliar na compreensão de um olhar crítico quanto à organização formal de um projeto:

“Muitas vezes, como profissional do design e como educadora, vi excelentes ideias conceituais acabarem prejudicadas durante o processo de realização, em grande parte devido a uma falta de entendimento, por parte do designer, dos princípios visuais da composição geométrica. Tais princípios incluem uma compreensão dos sistemas clássicos de proporções, como a seção áurea e os retângulos de raiz, assim como os conceitos de razão e proporção e as relações entre as formas e os traçados reguladores.” (ELAM, 2018, p. 5)

Entende-se a necessidade, desde um primeiro momento, de um estudante de arquitetura adquirir a postura de formular e refletir sobre

questões do tipo: “eu gosto disto?”; “o que me faz gostar?”; “quais são as estratégias de organização formal que estão implícitas nisto que eu gosto?”. Este exercício tem sido promovido constantemente, junto aos estudantes de primeiro semestre, na expectativa de construir uma postura investigativa, tratando de tomar consciência das organizações formais próprias de arquitetura.

Wong (2014), aponta para esta direção, abordando a diferença entre o uso da intuição e da lógica em um processo criativo. Considera que, no primeiro caso, traços e formas surgem de maneira espontânea e vão sendo exploradas sem qualquer intenção, e, neste processo, geram resultados que podem ou não ser satisfatórios, mas não se sabe explicar a razão. Para o caso da lógica, o autor considera que a criação tem um objetivo e segue um raciocínio sistemático, o que não impede a sensibilidade e julgamento individual de beleza. Este pensamento é corroborado por Leborg (2015), que enfatiza que quando se possui uma linguagem para descrever de maneira gráfica uma ideia, o raciocínio projetual torna-se diferente.

Com o propósito de promover um ambiente formativo para o Projeto, passou-se então a investir em reformulações curriculares que efetivaram reestruturações na área de representação. Especificamente, no período em que foi desenvolvido este trabalho, no semestre letivo de 2016/2, havia duas disciplinas oferecidas paralelamente, ambas nomeadas como Geometria Gráfica e Digital: GGD1 e GGD2. A GGD1 abordava conteúdos específicos de geometria plana, e a GGD2, conteúdos de geometria espacial, tratando das superfícies polidricas. O semestre referido precedeu à implementação da reforma curricular de 2017. Com esta reforma, vigente atualmente, os conteúdos da disciplina de GGD1 (geometria plana) foram, teoricamente, integrados à disciplina de Projeto 1, também de primeiro semestre. Desta maneira, ficou vigente apenas uma das GGDs no primeiro semestre, abrangendo somente os conteúdos de superfícies polidricas, mantendo-se como disciplina independente das atividades de Projeto propriamente ditas. Outra novidade trazida por esta reforma foi a curricularização da extensão universitária, a qual propôs, para o conjunto de disciplinas do Curso, a inclusão de atividades de extensão.

No momento de desenvolvimento da experiência a ser aqui relatada, e frente aos propósitos da reforma em relação a tal curricularização, buscou-se estruturar uma ação extensionista no âmbito das atividades das disciplinas de GGD 1 e 2, antecipando-a para compreender as potencialidades dos conteúdos tratados para tal tipo de ação. Por tratar-se de primeiro semestre de curso, exigia, paralelamente, um processo formativo para a compreensão do significado da extensão universitária, além de, naturalmente, abordar um repertório de arquitetura ainda introdutório (o atual currículo passou a incluir uma disciplina específica de extensão universitária já no primeiro semestre de formação).

O desafio da experiência foi caracterizado por meio da ação denominada “Meu primeiro projeto, meu primeiro cliente”. Esta ação buscou

estabelecer um processo de projeto participativo, no qual estudantes de arquitetura projetaram objetos para estudantes de uma escola pública de ensino fundamental. O objetivo da ação foi fazer com que os estudantes desenvolvessem seu primeiro projeto, na escala de um objeto, contemplando os objetivos específicos das próprias disciplinas ao enfatizar a explicitação do uso da geometria junto à ação projetual, por meio do processo de aprendizagem de tecnologias de representação. Tendo em vista o estágio inicial de formação dos estudantes, mais do que o propósito de desenvolvimento de um projeto totalmente autoral, a ideia foi partir da análise de referenciais. Desta maneira, motivando os estudantes a tentar compreender as estratégias de organização formal empregadas pelos projetistas e, logo, caracterizar um exercício de redesenho, direcionado a atender a demanda de cada caso de projeto em particular. Dessa maneira, o tipo de ação teve o propósito de promover a aquisição de um repertório arquitetônico, geométrico e de tecnologias de representação, para ambos os contextos envolvidos.

Ramos (2016), dirigindo-se à estratégia didática de redesenho de projeto de arquitetura, considera que esta é uma técnica que permite que se aprenda fazendo, e ampara-se na pedagogia utilizada nas artes para a transmissão de conhecimento ao longo da história. Para o autor:

“[...] redesenhar pode ser em si uma metodologia de pesquisa que, além de fornecer dados sobre a obra, nos instrua sobre o processo de projeto que a originou usando da própria prática de projeto para investigar a estrutura compositiva da obra.” (RAMOS, 2016, p. 5)

Neste estudo, esta estratégia foi aplicada analogamente para o estudo de imagens referenciais de temas propostos pelos estudantes de ensino fundamental. Os objetos projetados foram chaveiros e suas respectivas embalagens, por meio do redesenho das figuras de referência. Os objetos foram projetados para serem executados por técnicas de fabricação digital, por corte a laser, envolvendo assim uma técnica de traçado de linhas no espaço bidimensional. Dessa maneira, promovendo o resgate e/ou a aquisição de conhecimentos de geometria plana (conteúdos da disciplina de GGD1), e de geometria espacial e projetiva, especialmente para o projeto e execução das embalagens, idealizadas por superfícies poliédricas, envolvendo assim os procedimentos de planificação (conteúdos da disciplina de GGD2).

O redesenho e a fabricação digital foram então adotados como principais abordagens para o desenvolvimento dos conteúdos de geometria e de representação, na busca de motivações significativas, de aplicação direta à prática projetual. Para Pottmann et al. (2007), além da utilização de problematizações concretas, de arquitetura, para o processo de ensino/aprendizagem da geometria é importante a utilização de tecnologias digitais de representação para a potencialização deste processo. O emprego abusivo dos verbos manipular, operar, transformar, abstrair, junto ao uso dos meios digitais de representação justifica esta importância para o conhecimento em arquitetura. Para Piaget “conhecer é modificar, transformar o objeto, e compreender o resultado dessa transformação” (PIAGET, 1970, p.

1).

Por outra parte, a inclusão do tema “extensão universitária” traz a oportunidade, desde os momentos formativos iniciais, de compreensão da lógica da construção de conhecimento por meio das relações entre sociedade e universidade. Enfatizar esta perspectiva junto à educação gráfica passou então a fazer parte da agenda das disciplinas. Buscou-se delimitar uma estratégia didática significativa para a formação tanto de projetistas quanto de clientes, pensando-se no cenário real ou imaginário (também do futuro dos estudantes de ensino fundamental). O propósito ficou configurado para que todos vivenciassem um processo de projeto, na concepção de um método colaborativo, e que avançassem na construção de critérios para avaliar um projeto, especialmente, sob o ponto de vista das estratégias de organização formal.

Uma ação de extensão, na prática da liberdade defendida por Freire (2013), deve ter como objetivo comunicar uma determinada informação de maneira que gere o empoderamento do seu grupo alvo. Após a ação, este grupo deve ser capaz de ser crítico sobre o assunto. Para isso, cada um dos seus integrantes deve participar ativamente da construção do conhecimento, e, a partir disso, poder se auto conhecer e entender sua posição em relação ao aprendido.

Nesta direção, identifica-se o conceito de Tecnologia Social (TS), definido por Dagnino (2014), como sendo a tecnologia capaz de promover a inclusão social e o estabelecimento de processos participativos de transformação social. O objetivo de uma TS é o empoderamento ou a aquisição de critério individual e de consciência coletiva, necessários para uma transformação social. Kapp e Cardoso (2013), ao revisarem e aplicarem este conceito no contexto da prática arquitetônica e urbanística, consideram que o principal indicativo para que uma tecnologia seja caracterizada como social é o seu poder de promover a “autonomia coletiva”.

Buscou-se, com esta introdução, anunciar as questões que envolveram a experiência a ser relatada e problematizada neste artigo, cuja intenção é de compartilhar e contribuir para o registro de estratégias didáticas que tenham o mesmo tipo de propósito de despertar no estudante a percepção da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão. Tem-se o redesenho como postura de investigação e a extensão como veículo promotor da significação do aprendizado. Desde já se anuncia, também, vislumbrar no uso das tecnologias de fabricação digital, ainda neste momento de certa inovação tecnológica, um meio de promover a alfabetização/inclusão digital em contextos de vulnerabilidade social.

Faz-se importante, desde já, salientar que a experiência facilitou a implementação de ações extensionistas como estratégia didática as quais, atualmente, estão integradas ao currículo atual, muito embora, hoje estejam formalizadas no âmbito de uma única disciplina (GGD1). Como comentado anteriormente, esta disciplina passou a abordar, em sua grande parte, os conteúdos de geometria espacial, especificamente, a representação de

superfícies poliédricas (absorve os conteúdos tradicionais de Geometria Descritiva). Mesmo com um tempo de disciplina reduzido, de quatro para três horas semanais, estabeleceu-se o caráter associativo entre ensino e extensão, explorando-se os conteúdos de geometria e tecnologias de representação, incluindo a fabricação digital.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Deve-se destacar que, logicamente, os procedimentos adotados para o desenvolvimento da experiência estiveram integrados aos das próprias disciplinas, GGD1 e 2 do currículo de 2016/02, permeando os discursos e diálogos didáticos preparatórios em sala de aula junto à abordagem de cada conteúdo para a introdução da ação extensionista.

O método aqui apresentado, de maneira sistemática, faz referência então aos procedimentos junto à ação propriamente dita, estruturados a partir das reflexões provocadas pelos conceitos de tecnologia social e redesenho, já explicitados, integrados, então, aos objetivos específicos das disciplinas em questão.

Para caracterizar a ação, tratou-se de promover, de início, o estabelecimento de uma situação “profissional de arquitetura”. Pela experiência prévia dos docentes envolvidos, em atividades de extensão, já havia um ambiente facilitador para a receptividade da ação junto a escolas públicas de ensino fundamental e médio.

Foram delimitadas, fundamentalmente, as seguintes etapas: (1) visita dos “arquitetos” à escola para conversa com os “clientes”; (2) investigação, seleção, análise formal e redesenho de imagens referenciais; (3) desenvolvimento e problematização da representação e fabricação digital; (4) registro do processo de projeto e fabricação; (5) entrega e avaliação dos projetos executados e da ação propriamente dita pelos “clientes”.

2.1. Visita dos “arquitetos” à escola para conversa com “clientes”

Neste primeiro momento, houve um encontro entre os estudantes de arquitetura e os estudantes da Escola Municipal de Ensino Fundamental Ferreira Vianna, selecionada por fazer parte do entorno imediato do Campus Porto da Universidade Federal de Pelotas, e por haver um processo prévio e formalizado entre estas instituições no âmbito da Pró-reitora de Extensão e Cultura da UFPel. Foram indicadas pela administração da Escola duas turmas para participar da ação, uma de sexta e outra de sétima série. Para isto, a direção, juntamente com os professores envolvidos da própria Escola avaliaram a pertinência dos conteúdos a serem tratados frente aos conhecimentos prévios dos estudantes, considerando também o grau de maturidade e interesses comuns de aprendizagem.

Nesta ocasião, primeiramente, buscou-se situar os estudantes da Escola no contexto da ação declarando-se a importância de suas contribuições

para a formação dos futuros arquitetos. Salientou-se que estariam desempenhando o papel de clientes para os estudantes de arquitetura. Explicou-se o tipo de projeto que estes estudantes iriam desenvolver, tratando-se do redesenho de uma figura e configuração de um chaveiro a ser executados por tecnologias de fabricação digital, explicando-se desde já, as possibilidades e limites do tipo de chaveiro em função dos conhecimentos, materiais e técnicas envolvidas. O encontro, desde a conversa introdutória, pelo corpo docente das disciplinas, juntamente com as professoras da Escola, até o momento do diálogo “arquiteto”/“cliente”, compreendeu um período de, aproximadamente, duas horas em um único dia. Este encontro foi realizado junto aos períodos de aula curricular da Escola e coincidindo com o horário de uma das turmas das disciplinas envolvidas (GGD1). Apresentou-se a dinâmica da ação, sendo destacado que os chaveiros seriam produzidos especialmente para cada um deles. E que, por esta razão, era de fundamental importância a explicitação dos gostos e interesses de cada um, sugerindo temas e imagens de referência para a delimitação do contexto e “programa de necessidades” que os “arquitetos” iriam trabalhar.

Enfatizou-se a importância da geometria para o projeto de arquitetura, como conhecimento essencial para a expressão e organização formal, exemplificando-se com alguns tipos de estratégias formais empregadas em objetos do entorno imediato dos estudantes. Anunciou-se a maneira como o chaveiro seria produzido, envolvendo as tecnologias de representação e de fabricação digital, explicando que, em princípio, todos envolvidos estavam tendo o primeiro contato com tais tecnologias. E que, logicamente, por toda a circunstância, pelos “arquitetos” estarem no primeiro momento de sua formação, a qualidade dos projetos estaria correndo todos os riscos possíveis, sendo eles, estudantes da Escola, parte importante para este aprendizado, pois deveriam fazer as críticas necessárias para contribuir a esta formação.

Quanto aos métodos de representação e produção, explicou-se que seriam utilizados desde os croquis a mão até os meios gráficos digitais com precisão e a fabricação artesanal e digital. Antecipou-se que, neste caso, seria restrito ao corte a laser. Foi anunciado também o planejamento de uma visita ao laboratório de fabricação digital da faculdade, o qual conta com a impressão 3D, e que eles teriam a possibilidade de assistir/compreender o funcionamento de ambas as máquinas.

Após este discurso/diálogo introdutório, os estudantes de arquitetura/escola foram aleatoriamente montando as duplas arquitetos/clientes. As conversas duraram aproximadamente meia hora, definindo então, no mínimo, a temática dos chaveiros. As fotografias da Figura 1 referem-se ao registro deste primeiro momento de interação entre os estudantes dos dois contextos.

Figura 1: Registro fotográfico do momento da entrevista para a delimitação do programa de necessidades de projeto.

Fonte: Autoras (2018).

No total foram entrevistados trinta e dois estudantes da Escola. Devendo-se comentar que, no dia da entrevista, este número era maior do que o número de estudantes de arquitetura. Entretanto, a questão foi naturalmente resolvida pelos próprios estudantes de arquitetura, que foram sensíveis e vários se dispuseram a desenvolver mais de um projeto no momento exato da visita, não provocando nenhum constrangimento. Muito embora a ação tenha envolvido um total de 46 estudantes de arquitetura (matriculados entre as duas disciplinas, sendo que na disciplina de GGD1 havia três turmas e na de GGD2, duas turmas). Ocorreu que a maior parte dos estudantes de uma das turmas da disciplina de GGD1 não pode comparecer por conflito de horários, além de algumas faltas por motivos cotidianos. A solução foi buscar uma alternativa, tendo sido possível contar com um grupo de funcionários da própria faculdade que se dispôs a fazer papel de cliente da mesma maneira proposta aos estudantes da escola. Os estudantes de arquitetura, neste caso, fizeram as entrevistas de maneira independente, sem a presença do corpo docente, contando, obviamente, com orientação para tal. Observa-se também que o fato de envolver duas disciplinas diferentes havia casos de estudantes que cursavam uma única destas disciplinas, entretanto os poucos estudantes nesta situação não se opuseram a desenvolver o trabalho abarcando conteúdos além da que estavam matriculados.

2.2. Investigação, seleção, análise formal e redesenho de imagens referenciais

Definido o tema de cada projeto (chaveiro), em sala de aula, os estudantes de arquitetura partiram para a investigação de imagens referenciais. Utilizaram-se, principalmente, de imagens digitais acessadas pela *internet*. A seleção foi discutida com o corpo docente das disciplinas de GGD1 e 2, entretanto, não houve oportunidade para um novo encontro com os estudantes da escola para intensificar a colaboração neste processo. Deve-se destacar que a causa desta falta de oportunidade decorreu da interrupção do

cronograma da experiência devido a um momento de paralisação do período letivo, por consequência de uma greve geral das universidades públicas. Com isto, os estudantes da Escola já estavam em período de férias quando os projetos estavam em fase de discussão. Toda esta circunstância dificultou a precisão do cálculo de tempo dedicado para a ação, o qual esteve totalmente integrado com o desenvolvimento da disciplina GGD1 e parcialmente em GGD2.

A etapa de redesenho, realizada exclusivamente no âmbito da disciplina GGD1, foi acompanhada de uma postura analítica e formativa tanto em geometria como em tecnologias de representação. Inclusive, muitos estudantes utilizaram-se do período da paralisação mencionado para investir no reconhecimento e apropriação das tecnologias digitais de representação.

A investigação compreendeu o esforço dos estudantes em lançar hipóteses sobre as estratégias de expressão e organização formal utilizadas nos elementos analisados. Para isto foram orientados a utilizarem como parâmetros de análise os conceitos estudados na disciplina de GGD1: tipos e propriedades de figuras planas, concordâncias, simetrias, proporções, recursões e malhas ordenadoras.

Foram, assim, motivados a lançar hipóteses gráficas sobre as imagens, tanto por meio de croqui (físico) como de maneira digital. A atividade digital compreendeu a introdução ao uso do software AutoCAD, ferramenta conhecida por alguns estudantes, advindos de formação técnica, conveniente tanto para oportunizar a colaboração no aprendizado entre os estudantes como por ser adequada para a exportação dos arquivos finais na extensão .dxf, necessária para a posterior fabricação digital dos chaveiros e embalagens.

Através da Figura 2 exemplifica-se o processo de redesenho realizado por uma estudante. Este foi um dos casos em que a cliente, que estava grávida no momento da entrevista, era do grupo de funcionários da FAURB/UFPEL. Para responder ao tema de interesse foi adotada, como referência, a imagem de uma chupeta.

Paralelamente ao processo de redesenho, o corpo docente instrumentalizava com informações sobre a técnica de produção por fabricação digital, por corte a laser, disponível para os estudantes, atentando para a questão do quanto um modo específico de produção interfere sobre as decisões de projeto, seja impondo restrições ou oferecendo possibilidades.

Neste caso da Figura 2, a solução formal foi de representar a figura isoladamente, sem uma base de apoio, como ocorre na imagem de referência: cinza em contraste com o branco. Há, também, nesta solução, apenas uma aproximação das linhas originais de contorno. A estratégia de desenho considerou distâncias mínimas para garantir uma resistência e durabilidade de um objeto a ser manuseado livremente como um chaveiro. A solução adotada pela estudante foi de representar efetivamente o contorno aparente da vista ortogonal da chupeta, para aguçar a experiência, não somente visual, mas também tátil.

Observa-se, na sequência dos traçados já sistematizados (passo a passo para uma aproximação à algoritmização), a tentativa de encontrar padrões que facilitassem a identificação de lugares geométricos para um redesenho. A proporção quadrada, do polígono envolvente da imagem referencial, acabou sendo adotada para estabelecer uma lógica ordenadora do traçado, por subdivisões, utilizando-se de pontos médios, diagonais, circunferências, arcos de circunferências e concordâncias.

Figura 2: Processo de redesenho e análise geométrica da estudante Roseana Iven.

Fonte: Autoras (2018).

Dado o estágio inicial de formação, e para cumprir os objetivos das disciplinas de geometria e tecnologias de representação, adotou-se uma postura docente flexível quanto aos padrões estéticos e até mesmo de usabilidade, alertando os estudantes para esta opção. Entretanto, manteve-se uma postura pragmática em relação à explicitação dos conhecimentos adquiridos junto ao processo.

Além do chaveiro em si, para conectar o exercício aos conteúdos de GGD2, de representação de superfícies poliédricas, os estudantes

desenvolveram o projeto das embalagens. Tratando-se de abarcar a representação digital tridimensional, ampliou-se o repertório instrumental para facilitar o projeto das volumetrias. Optou-se pelo incentivo à utilização do software SketchUp, estabelecido naquele momento, no contexto da FAUrb/UFPe, como ferramenta de uso frequente nos ateliers de projeto para a realização de modelagens. Desta maneira, os estudantes passaram a ser orientados a transitar entre as duas ferramentas AutoCAD/SketchUp, promovendo-se a expressão paralela por meio de croquis a mão. Adotou-se também a postura de restringir o tipo de superfície para a embalagem, abarcando apenas as superfícies poliédricas, tendo em vista que as superfícies propriamente curvas são estudadas em disciplina de segundo semestre de curso. Os conteúdos de classificação deste tipo de superfície, de operações projetivas e de métodos descritivos, como seção, alçamento, rebatimento e planificação deram suporte à atividade.

A Figura 3 apresenta a solução adotada para a embalagem do projeto da figura 2. Esta solução, de caráter didático, optou por explicitar a informação sobre o processo de organização da forma do chaveiro. O formato de um cubo foi adotado para esta embalagem, reforçando a proporção quadrada. Nas faces do cubo foram representadas as etapas do processo de redesenho. Observa-se a adição de elementos para resolver questões ergonômicas, não tratadas, especificamente, no âmbito da disciplina.

Figura 3: Projeto da embalagem para o objeto da Figura 2: planificação, e acessórios para configurar a tampa (alça e base para o encaixe).

Fonte: Autoras (2018).

2.3. Desenvolvimento e problematização da representação e fabricação digital

A proposta de materialização dos projetos envolveu exercícios prévios de representação por técnicas artesanais de representação e de experimentos com três tipos de materiais: papel, madeira e/ou acrílico. Conforme comentado anteriormente, as soluções adotadas para a forma dos chaveiros e embalagens estiveram condicionadas às restrições e possibilidades da tecnologia de fabricação digital por corte a laser disponível, a qual refere-se a uma máquina com área útil para o corte de 500mm x 800mm. Apoiando-se em Celani e Pupo (2008, p. 32), os estudantes compreendem que o corte a laser é classificado como um método subtrativo, no que se refere à maneira com que os objetos são produzidos e de duas dimensões quanto ao número de eixos que se movimenta. Este modo de produção foi sendo problematizado frente aos propósitos projetuais de cada caso. A apropriação desta tecnologia envolveu o entendimento da associação entre velocidade e potência do raio laser adequado para o corte ou marcação do material. Envolveu o aprendizado da representação associada ao modo de leitura dos arquivos pela máquina, tanto em relação à diferenciação de cores das linhas enquanto código para diferenciar a potência, como da lógica do movimento do laser para cada linha (vetor) representada. Foi necessário enfatizar esta questão, pois para otimizar o material frente à paginação para o corte, muitas vezes, os lados das figuras eram justapostos, por exemplo, para marcação de dobras (no caso de embalagens de papel), duplicando a linha no mesmo lugar, fazendo com que o laser passasse duas vezes e acabasse realizando um corte não desejado.

Outra questão que foi enfatizada refere-se à lógica do movimento do laser sobre linhas curvas. O uso desta tecnologia faz atribuir maior importância à necessidade de compreender as regras de concordância entre reta e arco de circunferência e entre dois arcos de circunferência. O movimento mecânico é suave e contínuo quando existe concordância. E, logicamente, qualquer descontinuidade é acusada na materialidade, percebendo-se facilmente pelo tato e visualmente. Esta percepção física facilitou o controle de qualidade do processo pelo próprio estudante.

Algumas soluções projetuais, especialmente envolvendo a marcação ou corte para a caracterização de texto no chaveiro ou embalagem, delimitaram problemas específicos que motivaram avançar nas estratégias de resolução que ainda não haviam sido experimentadas e sistematizadas no âmbito do laboratório. Desta maneira, para além do ensino e extensão, a atividade exigiu a colaboração para a pesquisa.

Para o projeto da volumetria das embalagens, as soluções transitaram em técnicas de planificação para montagem por dobradura em papel, sistemas de encaixe do tipo borda/aresta em todo o perímetro, de acordo com a classificação apresentada em Barros (2011), e utilizando-se de cola apropriada, seja para papel, madeira ou acrílico. Estas práticas foram induzidas, não tendo havido tempo hábil para problematizar e diversificar as soluções no âmbito da ação.

Em geral, para os chaveiros, propriamente ditos, as soluções de corte

transitaram entre estratégias de subtração (elementos vazados), de sobreposição de camadas de material, e composições destes dois tipos.

Deve-se destacar que os materiais (papel e madeira) foram todos oriundos de sobras das atividades do laboratório de fabricação digital, enquanto o acrílico, de doações de sobras de uma empresa colaboradora. Desta maneira, além da restrição quanto ao tipo, espessura e cor do material disponível, os estudantes tiveram que planejar e otimizar a paginação dos arquivos frente à área e forma do material a ser utilizado.

Pensando-se na durabilidade dos chaveiros, foi estipulado que os mesmos deveriam ser produzidos em acrílico. Entretanto, todos os estudantes fabricaram seus chaveiros, primeiramente, em MDF, material de custo inferior ao acrílico, para testar se o projeto estava correto ou se precisariam ser feitas alterações.

Em alguns casos, os estudantes queriam que seus chaveiros possuísem várias cores, utilizando-se de soluções com técnicas mistas: subtração e sobreposição, projetando assim várias camadas com partes vazadas, de forma a mostrar as camadas inferiores. A Figura 4 demonstra, a partir de imagens de um dos projetos, esse processo de produção de chaveiro com mais de uma camada. A partir da sua imagem referencial (A), a estudante decidiu trabalhar com duas cores, escolhendo vermelho para o fundo e amarelo translúcido para a camada superior. No teste em MDF (B) a estudante verificou que as formas idealizadas para a representação do que seriam reflexos ficaram confusas e muito próximas à extremidade, tornando o chaveiro frágil (C). O projeto foi alterado e a estudante optou por utilizar uma das formas dos reflexos como orifício para a argola da corrente do chaveiro.

Figura 4: Ilustração do projeto da estudante Luciana Freitas, na sequência: imagem referencial, teste em MDF, em acrílico e chaveiro reformulado.

Fonte: Autoras (2018).

Promoveu-se a visita dos estudantes da Escola Ferreira Vianna à FAUrb/UFPel, onde puderam conhecer o laboratório de fabricação digital e acompanhar o processo de fabricação de um chaveiro produzido com o emblema da Escola. Cada estudante ganhou um exemplar do chaveiro ilustrado na Figura 5.

Figura 5: Chaveiro relativo ao emblema da Escola, produzido pelo estudante Marcelo Lopes e registro fotográfico do momento de visita dos estudantes da Escola ao laboratório de Fabricação Digital/FAUrb/UFPel.

Fonte: Autoras (2018).

2.4. Registro do processo de projeto e fabricação

Para o registro do processo projetual e de fabricação do chaveiro e da embalagem, propôs-se a elaboração de um cartão com frente e verso, em formato A5. Neste, os estudantes deveriam inserir fotografias que ilustrassem o processo de redesenho das imagens referenciais para o projeto dos chaveiros, do projeto das embalagens e do processo de fabricação digital. Este cartão foi utilizado como instrumento de avaliação para as disciplinas de GGD e foram entregues aos estudantes da Escola junto com os chaveiros, para que cada um pudesse visualizar o registro do processo projetual realizado por seus respectivos “arquitetos”. A Figura 6 traz dois exemplos de cartões produzidos na disciplina.

Figura 6: Frente e verso de cartões produzidos nas disciplinas de GGD para o registro do processo de projeto e fabricação digital do chaveiro e embalagem, realizados pelas estudantes Roseana Iven (chupeta) e Stefani Goulart (bicicleta).

Fonte: Autoras (2018).

2.5. Entrega e avaliação dos projetos executados e da ação propriamente dita pelos “clientes”

Devido ao descompasso dos períodos letivos dos dois contextos, em função da paralisação, referida anteriormente, os chaveiros foram finalizados e entregues aos estudantes da Escola no ano de 2017. Em decorrência, alguns destes “clientes” não estavam presentes no momento, entretanto contou-se com a colaboração da própria Escola para localizá-los e fazer chegar toda a produção. Com tudo, foi possível realizar dois encontros com o grupo remanescente, estabelecendo-se um diálogo e aplicando um instrumento de avaliação. Foram aplicados vinte e três questionários dentre os trinta e dois estudantes da escola que participaram da ação. Em função disto não foram realizadas análises estatísticas, apenas tabelas de frequências com as respostas para indicar temas para reflexão, de maneira qualitativa.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O desenvolvimento de projetos de chaveiros e suas respectivas embalagens permitiu explorar os conteúdos específicos das disciplinas envolvidas: GGD1 (geometria plana) e GGD 2 (geometria espacial). O enfrentamento de um problema concreto de materialização de um projeto, em disciplinas de primeiro semestre de arquitetura, acelerou a compreensão da necessidade de construção de um repertório conceitual e formal para o projeto. Promoveu o estabelecimento de uma postura analítica, geométrica, de

figuras bidimensionais utilizadas como referenciais para os projetos, tendo como base o conhecimento de métodos compositivos geométricos como: propriedades das figuras planas, proporção, recursão, simetria, ritmo, harmonia, concordância, processos generativos, entre outros. Assim como, de figuras tridimensionais, por meio do estudo de figuras poliédricas e de suas representações, especialmente, por procedimentos de planificação para o uso das tecnologias de corte a laser.

Durante todo o processo, foi explicitada a importância dos conhecimentos de geometria para a formação em arquitetura, contribuindo para a valorização de tais conteúdos desde o ensino fundamental. Muitos dos estudantes ingressantes na arquitetura chegam sem um repertório geométrico, podendo até mesmo corresponder os conteúdos que estão sendo tratados no ensino fundamental com aqueles que necessitam ser resgatados para avançar nas disciplinas de geometria no ensino superior. A ação permitiu abrir um espaço de recepção, por parte da escola, para outras ações, tendo em vista a avaliação positiva, de integração de interesses formativos.

Conseguiu-se promover o reconhecimento de tecnologias de fabricação digital por corte a laser para a resolução de problemas de arquitetura e do cotidiano, tanto frente ao contexto dos estudantes de arquitetura como do ensino fundamental. Isso foi possível a partir da visita dos estudantes da Escola ao laboratório de fabricação digital, onde puderam assistir à produção dos chaveiros e ao funcionamento das máquinas de corte a laser e de impressão 3D.

Também pôde-se evidenciar a associação entre os conhecimentos de geometria e a prática projetual de arquitetura. Conseguiu-se desconstruir, já nesta primeira atividade de projeto a ser executado (chaveiro), de que a atividade criativa é desprovida da construção de um repertório prévio. Todos os projetos partiram de um exercício exaustivo de análises de referenciais e de redesenhos, observando ainda a lógica da representação para o uso das tecnologias de fabricação digital por corte a laser. O processo de redesenho foi graficamente registrado em seu passo a passo, permitindo que os estudantes de ensino fundamental compreendessem todo o investimento neste estudo geométrico. Cada chaveiro foi acompanhado de um cartão com o histórico do projeto, com a demonstração, por imagens, da evolução do processo de projeto e execução, incluindo o processo de execução da embalagem.

Quanto ao retorno dado pelos estudantes da Escola, quando questionados sobre as suas percepções quanto à participação na construção do tema dos seus chaveiros, 87% responderam que participaram ou participaram muito, conforme registrado na Tabela 1. Questionados diretamente sobre se haviam gostado do resultado dos seus chaveiros, 91% declararam que sim. E buscando entender especificamente as percepções dos estudantes quanto aos quesitos tema/motivo, material/cor/textura, uso da tecnologia e o fato de ter sido projetado por um(a) “arquiteto(a)”, em todos a maioria respondeu ter gostado ou gostado muito. Considera-se, assim, que as entrevistas realizadas pelos “arquitetos” foram satisfatórias, conseguindo

estes atender às expectativas dos seus clientes.

Tabela 1 - Tabela de frequência das respostas sobre a participação na construção do tema do chaveiro.

O quanto você acha que participou da construção do tema para a produção do seu chaveiro?

Participei muito	Participei	Não sei	Participei pouco	Não participei
7	13	2	-	1

Total de respondentes: 23 estudantes

Fonte: Autoras (2018).

Tabela 2 - Tabela de frequência com as respostas sobre a percepção do tema/motivo, material/cor/textura, uso da tecnologia e realização do projeto por “arquiteto(a)”.

O que você achou sobre as seguintes características do seu chaveiro?

	Gostei muito	Gostei	Nem gostei nem não gostei	Gostei pouco	Não gostei	Não responderam
Tema/motivo	16	7	-	-	-	-
Material/cor/textura	11	8	1	1	-	2
Uso da tecnologia	14	6	1	-	-	2
Ter sido projetado/desenhado por um(a) “arquiteto(a)”	16	4	1	-	-	2

Total de respondentes: 23 estudantes

Fonte: Autoras (2018).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ação aqui descrita fez parte do projeto ACORDA, financiado pelo CNPq, que tinha o propósito de alavancar a cultura do uso de tecnologias de representação gráfica e digital intra e extra universidade.

Considera-se que foi possível provocar a reflexão sobre o conceito de tecnologia social na ação extensionista em ambos os contextos envolvidos. Na medida do possível, o processo foi acompanhado de provocações teóricas, utilizando-se o conceito de tecnologia social, especialmente compreendendo a possibilidade de que os momentos de interação entre os estudantes potencializassem ambos os contextos. Uma das estratégias foi de explicitar a lógica de um projeto de arquitetura e o significado dos conhecimentos básicos de geometria, para motivá-los ao estudo da matemática como perspectiva de aquisição de habilidades para um futuro profissional. Outra estratégia foi a de

compartilhar o aprendizado com as tecnologias avançadas de representação, inovadoras para os dois contextos também, entendendo-se como uma oportunidade para a alfabetização digital. De alguma maneira, com isto, entende-se que ação promoveu um empoderamento dos estudantes, por meio da aquisição de conhecimentos de arquitetura, geometria e tecnologias digitais de representação.

Acredita-se que esta ação permitiu demonstrar a pertinência das disciplinas de geometria e representação de primeiro semestre de arquitetura incluir atividades de extensão como atividade curricular. Esta ação contribuiu para justificar a formalização das horas de extensão na carga horária da disciplina de Geometria Gráfica e Digital 1.

Além disto, considera-se que a interação com a Escola oportunizou a identificação de outros temas de interesse para novas ações de Extensão, na mesma área do conhecimento tratado: geometria e representação. Um dos temas que já está sendo investido é a produção de jogos, por meio de fabricação digital, para o ensino/aprendizagem de geometria.

5. REFERÊNCIAS

- BARROS, Alexandre. **Fabricação digital: sistematização metodológica para o desenvolvimento de artefatos com ênfase em sustentabilidade ambiental**. Orientador: Régio Pierre da Silva. 2011. Dissertação (Mestrado em Design) – UFRGS, Porto Alegre, 2011.
- BURRY, Jane; BURRY, Mark. **The New Mathematics of Architecture**. New York: Thames & Hudson, 2010.
- CELANI, Maria Gabriela; PUPO, Regiane. Prototipagem Rápida e Fabricação Digital para Arquitetura e Construção: Definições e Estado da Arte no Brasil. In: **Cadernos de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo**. Campinas, 2008. Disponível em: <http://editorarevistas.mackenzie.br/index.php/cpgau/article/view/6018>. Acesso em: jan. 2019.
- CHING, Francis. **Arquitetura: forma, espaço e ordem**. Porto Alegre: Bookman, 2013.
- DAGNINO, Renato. A Tecnologia Social e Seus Desafios. In: **Tecnologia Social: contribuições conceituais e metodológicas**. Campina Grande: EDUEPB, 2014. pp. 19-34.
- ELAM, Kimberly. **Geometria do Design: estudos sobre proporção e composição**. São Paulo: Gustavo Gili, 2018.
- FREIRE, Paulo. **Extensão ou comunicação?** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2013.
- KAPP, Silke; CARDOSO, Adauto. Marco teórico da Rede Finep de Moradia e

Tecnologia Social – Rede Morar T.S. In: **Risco - Revista de Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo**. São Carlos, 2013. n. 17. pp. 94-120. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/risco/article/view/83050/86094>. Acesso em: jan. 2019.

LEBORG, Christian. **Gramática visual**. São Paulo: Gustavo Gili, 2015.

PIAGET, Jean. **Epistemologia Genética**. São Paulo: Martins Fontes, 1970.

POTTMANN, Helmut; ASPERL, Andreas; HOFER, Michael; KILIAN, Axel. **Architectural Geometry**. Exton: Bentley Institute Press, 2007.

RAMOS, Fernando. Conceitos gerais para compreender o redesenho como prática de pesquisa histórica em arquitetura. In: IV ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO, 2016, Porto Alegre. **O redesenho como prática de pesquisa histórica em arquitetura**. Disponível em: <https://enanparq2016.files.wordpress.com/2016/09/s27-00-ramos-f.pdf>. Acesso em: jan. 2019.

WONG, Wucius. **Princípios de forma e desenho**. São Paulo: Martins Fontes, 2014.

AGRADECIMENTOS

À direção e às professoras da Escola Municipal de Ensino Fundamental Ferreira Vianna, que permitiram a realização desta atividade, bem como aos estudantes das turmas de sexta e sétima série do ano de 2017 pela participação.

Aos estudantes de arquitetura, pela parceria e motivação que demonstraram para enfrentar o desafio de participar de uma ação de extensão em um primeiro momento formativo.

À empresa Marlon Acrílico, pela doação de material para subsidiar a ação.

À FAPERGS pelo financiamento de uma bolsa de iniciação tecnológica, oportunizando a continuidade do trabalho junto ao laboratório de fabricação digital que abrigou o desenvolvimento da ação.