

MATEMÁTICA, HISTÓRIA E ARQUITETURA ENXAIMEL: EXERCÍCIOS DO OLHAR E DO PENSAMENTO

Daniele Caroline Pscheidt¹
Débora Regina Wagner²

Resumo: Neste trabalho busca-se estabelecer conexões entre a Matemática e a técnica Enxaimel – Fachwerk, encontrada e aplicada em construções predominantemente alemãs no Planalto Norte de Santa Catarina. Em princípio, apresenta-se a técnica de construção Enxaimel, sua história e as adaptações realizadas no Brasil para, em seguida, propor alguns exercícios de pensamento que tomam como pressupostos conceitos da geometria euclidiana, o pensamento espacial e o olhar matemático em um enlace com a arquitetura e a técnica. Quer-se, ainda, refletir sobre como aspectos da história e da cultura alemã podem contribuir para formação matemática dos estudantes que vivem em comunidades com essas características. Por fim, ressalta-se que o exercício matemático apresentado neste trabalho não é resultado de um experimento realizado na escola, mas uma experiência que antecede a sala de aula, na medida em que se dá a partir do olhar das pesquisadoras, cujas memórias, vivências e experiências pessoais são atravessadas pelo conhecimento matemático. Quiçá, exercícios como este poderão promover outros modos de se relacionar com a matemática, a sala de aula e as práticas de ensino.

Palavras-chave: Ensino de Geometria. Arquitetura Enxaimel. Exercícios de pensamento.

1. INTRODUÇÃO

A última década do século XX ficou marcada, no âmbito da pesquisa em educação matemática, pela busca incessante em construir relações entre a matemática e outras áreas de conhecimento, a fim de dar outro sentido e justificar aquilo que se ensina e se aprende com matemática nas salas de aula das escolas brasileiras. Recorrer ao enlace entre os conhecimentos construídos em campos específicos do conhecimento surge como alternativa para facilitar este processo, integrando o conhecimento e dando significado ao saber ensinado. De acordo com o Parâmetro Curricular Nacional de Matemática – PCN, (BRASIL,

1998, p.15), “o significado da Matemática para o aluno resulta das conexões que ele estabelece entre ela e as demais disciplinas, entre ela e seu cotidiano e das conexões que ele estabelece entre os diferentes temas matemáticos”. Com isso, os discursos que atravessam o ensino e a aprendizagem de matemática assumiram, nos últimos anos, a defesa da organização dos conteúdos relacionados às perspectivas da interdisciplinaridade e da contextualização. Tais discursos atravessam também os documentos oficiais que regem a educação do país, os livros didáticos, as propostas pedagógicas de ensino. A matemática escolar, por sua vez,

¹Estudante do curso de Licenciatura em Educação do Campo; Universidade Federal de Santa Catarina; e-mail: danielecarolinepscheidt@gmail.com

² Doutora em Educação Científica e Tecnológica; Universidade Federal de Santa Catarina; e-mail: debora.wagner@ufsc.br



passou a ser vista como uma possibilidade de levar o aluno à participação mais crítica na sociedade, uma vez que a escola se tornou um espaço onde as relações sociais são fortemente construídas e estabelecidas (TOMAZ; DAVID, 2008).

Assim, entende-se que a aproximação da Matemática com outras áreas do saber é fundamental no processo de construção do conhecimento uma vez que, permite produzir novas relações e significados entre os conteúdos estudados e os conhecimentos produzidos pela humanidade. Aliada a isso, a matemática é convocada a engajar-se com a crescente preocupação com a formação integral dos sujeitos que são tanto efeito como suporte de uma sociedade cada vez mais complexa.

Neste sentido, acreditamos que o enlace entre a técnica Enxaimel e a matemática surge como uma possibilidade para o ensino da geometria nas salas de aula, valorizando tanto os conceitos matemáticos explícitos, como aspectos relacionados aos modos de olhar, ao pensamento visual, a construção do pensamento espacial, a imaginação, a intuição, a história da construção de uma técnica e a cultura de um povo.

Sendo assim, apresentamos aqui um recorte de uma pesquisa³ onde optamos por expor e compartilhar, de forma simplificada, a história da técnica Enxaimel e alguns exercícios de pensamento relacionando a matemática e elementos desta técnica.

2. A HISTÓRIA DA TÉCNICA ENXAIMEL

Ao percorrer algumas localidades do interior do município de Rio Negrinho, no estado de Santa Catarina, facilmente nos deparamos com edificações que chamam nossa atenção pela beleza de sua arquitetura e pelo contexto histórico da época em que foram construídas. Essas edificações conhecidas como Enxaimel são heranças culturais perpassadas pelos imigrantes alemães que, fugindo da crise na Europa do período pós-guerra vieram a se instalar no município, a partir do século XIX, em busca de novas oportunidades de trabalho, principalmente no campo.

Embora os registros históricos acerca das origens exatas do Enxaimel enquanto modo/técnica de construção são controversos e imprecisos, Wittman (2016) afirma que a técnica de construção Enxaimel representa uma evolução contínua de técnicas rudimentares

³Este trabalho é parte de uma pesquisa realizada sob a forma de TCC defendido em 2020 no curso de Licenciatura em Educação do Campo na Universidade Federal de Santa Catarina sob orientação da professora Dra. Débora Regina Wagner.

do período neolítico, passando por habitações chamadas de palafitas, que primavam pela utilização da madeira e que com o passar do tempo foram se aprimorando.

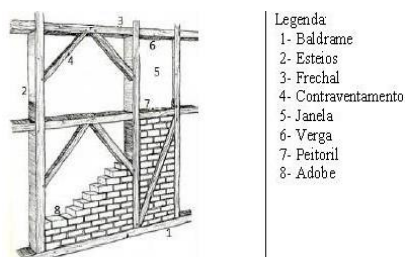
As origens do Enxaimel indicam a utilização de ferramentas simples, porém eficientes, onde o trabalho de talhar a madeira era fundamental para o sucesso dos encaixes. Nesse contexto, na esteira da influência dos Romanos e a utilização de pequenos machados para trabalhar a madeira, surge o Enxó (*Breitbeil*), que servia para plainar as grandes peças de madeira e dar forma aos grandes caibros que fariam toda a formatação e sustentação da macroestrutura da habitação (WITTMAN, 2016).

De modo geral, a técnica Enxaimel ou *Fachwerk*, é uma técnica de construção que remonta, em partes, ao período medieval e que, segundo Weimer (2005), poderia ser vista como o aprimoramento de uma técnica de origem pré-histórica que era baseada em paredes de pau-a-pique, com vedação de taipa e recobertas de palha. Assim, em um período onde o ferro ainda era um artigo de luxo e que, devido às guerras e invasões era reservado mais para a fabricação de armas e ferramentas, utilizava-se, diante desse contexto de racionalização dos recursos, pregos de madeira como forma de fixação das tradicionais treliças que compunham a estrutura do Enxaimel e que iriam marcar essa tradicional técnica de maneira indelével.

Para Weimer (2005), o padrão de construção Enxaimel consistia basicamente em um arranjo de madeiras, horizontais, verticais e inclinadas de modo a se apoiar mutuamente através de um sistema de encaixe, formando um arranjo de treliças (triangulações), ajustadas e firmes, preenchidas com materiais como taipa, alvenaria, pedras, etc. De modo geral, trata-se de uma técnica de construção considerada simples e viável financeiramente.

De acordo com Gislon (2013), os elementos básicos de uma construção no sistema Enxaimel consistem em:

Figura 1 - Elementos que compõe a estrutura Enxaimel “A”



Fonte: <http://blogneobambu.com>

Segundo Veiga (2013), o sistema de construção Enxaimel não tinha por interesse primário nenhuma pretensão estética e sim pragmática, funcional e de boa relação custo-benefício. As casas eram construídas de acordo com os materiais e recursos que existiam em



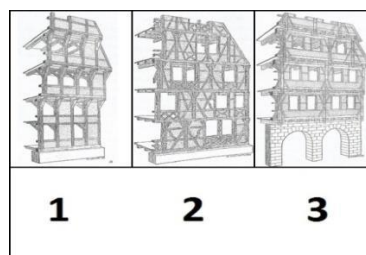
abundância nas áreas de colonização, geralmente onde se abriam caminhos, estradas, clareiras e áreas para plantio a atividade pecuária. Deste modo, a madeira era um elemento que se encontrava com facilidade e cujo processamento rústico não impediria que fossem utilizadas na construção das casas dos colonos de forma muito eficiente, haja vista que as treliças de madeira típicas desse modo de construção possibilitavam uma firmeza estrutural adequada.

A maneira como se dava a composição dos elementos na construção de sistema Enxaimel favorecia uma estrutura firme e durável desde que a madeira não fosse apoiada diretamente na terra, o que provocava a umidade e o apodrecimento dos caibros. Para dar uma solução a esta questão, os imigrantes utilizaram-se em grande parte do modelo da Baixa-Alemanha, dos vestfalianos e pomeranos, e começaram a apoiar as estruturas de madeira em uma base composta de pedras ou alvenaria, de forma que a estrutura de madeira ficava a uma distância funcional do solo de modo que não viesse a deteriorar-se através da umidade.

Um fator marcante que caracteriza as casas e construções Enxaimel é o telhado. Bastante inclinado, essa estratégia para cobrir as casas foi estabelecida devido ao clima alemão, reconhecido pelo alto volume de chuvas e umidade durante praticamente todo o ano. Deste modo, uma estrutura elevada e bem inclinada impede que a madeira molhe e apodreça rapidamente.

A técnica de construção Enxaimel chegou ao Brasil junto com os imigrantes alemães que colonizaram o sul do país a partir do início do Século XIX. Os colonos alemães recorreram à técnica pela praticidade e disponibilidade de materiais. Com isso, três variantes de construção do sistema Enxaimel foram trazidas e desenvolvidas nas colônias sul brasileiras, a saber, conforme enumerado: 1) Enxaimel da Baixa-Alemanha (Vestfalianos e Pomeranos); 2) Enxaimel da Média-Alemanha (Renanos) e 3) Enxaimel da Alta-Alemanha (Bávaros e regiões limítrofes). Sendo que o modelo mais utilizado nas colônias em solo brasileiro fora o Enxaimel da Baixa-Alemanha, pois correspondia ao local de maior emigração de alemães para o Brasil.

Figura 2 -Variações do padrão de construção Enxaimel.



Fonte: Weimer, (2005, p. 163)



Podemos observar na Figura 2 que diferentes maneiras de conceber a macroestrutura do Enxaimel eram empregadas, no entanto, o sistema de treliças e seus fundamentos básicos são sempre os mesmos. É fundamental que se perceba que as diferenças, variedades, com que se concebia o Enxaimel de uma região da Alemanha para a outra era notória, porém não deveras contundente. Eram modificações pontuais que geralmente deveriam atender a uma demanda provocada por alguma questão de ordem econômica/produtiva ou então da natureza, do clima.

Vale ressaltar que o sistema de construção Enxaimel não é considerado um estilo *per si*, porém assumiu o espaço de referência na identidade e cultura dos povos germânicos que colonizaram o sul do Brasil. Hoje em dia as construções Enxaimel possuem, além da simbologia da identidade de uma região colonizada majoritariamente por imigrantes alemães, um forte apelo turístico e cultural, provocando interesse de pessoas que desejam conhecer mais da cultura germânica através de suas belíssimas e típicas construções, além das festividades, gastronomia e atividades ligadas ao folclore alemão.

3. MATEMÁTICA E ENXAIMEL: EXERCÍCIOS DE PENSAMENTO

Nos exercícios aqui apresentados, olhares e pensamentos se voltam, inicialmente, para a maquete⁴ de uma casa Enxaimel. Isso para ver como a matemática opera na elaboração de uma técnica de construção e se traduziu em conceitos de beleza, harmonia, simetria, equilíbrio e ordem, todos estes, elementos do discurso matemático.

Uma maquete é a representação em escala reduzida de uma obra. A maquete conserva a forma da obra, mas não as suas dimensões, tendo como uma de suas principais características a similitude que possibilita sua aproximação com o comportamento do objeto real, isso, no sentido geométrico.

⁴A maquete foi construída pelas autoras do trabalho e foi usada como lugar estratégico para o exercício do olhar e do pensamento matemático.

Figura 3 – Maquete Enxaimel

Fonte: PSCHEIDT, 2020

Contudo, ao centrar os olhos na maquete representada pela Figura 3 é inevitável o encontro com as figuras geométricas. É sabido que a construção de uma maquete que representa de forma realística a imagem de outro objeto requer o domínio de certos conhecimentos. No entanto, além dos quadrados, triângulos, retângulos, ângulos e semi-retas explícitos na imagem, a maquete apresentada na Figura 3 constitui uma representação arquitetônica harmoniosa. Na maquete percebe-se uma forte relação de simetria, ordem, organização e equilíbrio que estabelecem e compõem a sua estrutura. Há uma combinação metódica das figuras geométricas, dos ângulos, das linhas que formam a fachada da maquete. Tudo é controlado, medido, pensando, unificado, organizado, atestando o rigor dos traçados que compõem e definem a maquete. Logo, calcular e proporcionar as dimensões do real e transpô-las em uma maquete ou em um plano do papel exige conhecer e saber operar com matemática não apenas no âmbito prático, mas também como modo de pensar, olhar e conceber a construção de um espaço arquitetônico que produz e é produzido por hábitos germânicos, neste caso. Ou seja, para representar e construir objetos torna-se necessário, antes, pensar sobre eles e projetá-los no plano imaginário, no plano das ideias, transpondo-os de uma dimensão para outra. Ora, isso exige um certo nível de abstração no qual, ao visualizar as vistas ortogonais dos objetos torna-se possível compreender e executar sua representação em perspectiva. A elaboração de um projeto arquitetônico exige, minimamente, do projetista ou arquiteto que saiba operar e, sobretudo, pensar com matemática.

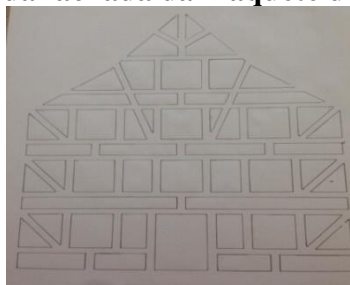
O arranjo arquitetônico da maquete chama atenção e nos incita a jogar luz na eterna fixação da arquitetura pela beleza. Por ora, cabe dizer que a noção de beleza que atravessa o olhar e está em pauta neste exercício tem a ver com matemática. Essa tendência em ver regularidades e essa busca por simetria, ordem, equilíbrio, proporção em diversas atividades que são oferecidas, acaba por produzir sentidos e parâmetros para aquilo que entendemos como sendo beleza (WAGNER, 2017). Isso porque quando “quando olhamos para

determinadas imagens, sejam elas da arte, da arquitetura, da matemática ou de qualquer outro meio, um olhar formatado por práticas instituídas historicamente interage com nosso ato de olhar” (WAGNER, 2017, p.106), produzindo (e sendo produzido) hábitos que atravessam e produzem nossas práticas visuais.

Pois bem, voltemos à maquete e a técnica Enxaimel, agora, para olhar para as práticas e saberes da matemática que dão suporte à técnica.

Há um tramado Enxaimel sobreposto em uma fina chapa de madeira. A trama de madeira serve apenas para visualização das formas geométricas encontradas na edificação. Sendo assim, um dos lados da maquete não é colado e isto é justamente pensado para que se possa manuseá-la. Então, ao sobrepormos a trama de madeira em uma folha de papel A4 e com o auxílio de um lápis ou caneta, é possível traçar linhas dentro dos seus nichos. Ao retirar a trama do papel, percebe-se o desenho de várias figuras geométricas, tais como quadrados, retângulos e triângulos que ali se formam, afirmando ou refutando as percepções de um exercício visual proposto inicialmente.

Figura 4 – Desenho da fachada da maquete de estrutura Enxaimel



Fonte: PSCHEIDT (2020)

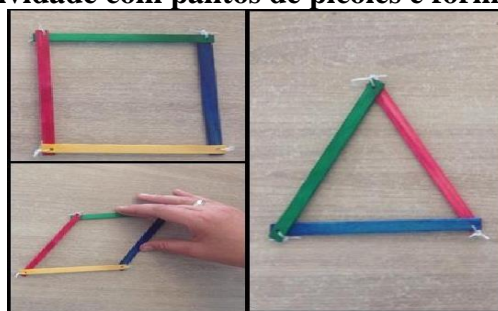
Uma maquete bem-feita requer certos conhecimentos matemáticos, em especial o de semelhança. Ampliação ou redução de figuras planas gera figuras semelhantes aos originais, pois elas conservam a forma, embora alterem as suas dimensões. Esse entendimento pode colaborar para a compreensão de outro conceito matemático importante, que é o conceito de congruência. Figuras congruentes nada mais são do que réplicas exatas uma da outra, tendo a mesma forma e o mesmo tamanho. Assim, a partir da representação das figuras geométricas no papel, é possível a realização de um exercício de visualização muito simples: se virarmos a folha de papel, veremos no seu verso que uma é idêntica à outra. Ou seja, elas têm a mesma forma e o mesmo tamanho. Embora este seja um exercício simples, ele nos permite, através da visualização e da representação por meio do desenho, compreender a diferença existente entre semelhança e congruência, haja vista que figuras semelhantes têm a mesma forma, mas não necessariamente o mesmo tamanho.



Dentre as figuras geométricas presentes na fachada da maquete, destaque para o triângulo, polígono com o menor número de lados. Se por um lado a figura do triângulo remete a simplicidade, por outro, é considerado o polígono mais importante quando se trata de estruturas arquitetônicas e por isso, um dos polígonos mais utilizados nas construções como telhados, estruturas metálicas, etc. Isso se deve pelo fato de que triângulos são polígonos rígidos que não sofrem deformações tão facilmente, pois seus vértices estão definidos em um único plano, dando estabilidade a essas figuras. Esta propriedade pode ser observada a partir de uma experiência simples, utilizando quatro palitos de picolés articuladas pelas extremidades.

Inicialmente formamos com os palitos um quadrilátero. Percebemos assim que esse quadrilátero não apresenta estabilidade, podendo assumir formas distintas mesmo que a medida dos lados não se altere. Como o quadrilátero não apresenta rigidez, pode ser transformado num losango, mais ou menos achatado, conforme a figura abaixo (Figura 5). Já com três palitos, a única forma possível é o triângulo, uma vez não se altera a sua forma, somente a sua posição.

Figura 5 – Atividade com palitos de picolés e formas geométricas



Fonte: PSCHIEDT (2020)

A técnica Enxaimel se vale da utilização de noções e conceitos geométricos, sobretudo, no que diz respeito à concepção de sua estrutura em um sistema pautado basicamente em treliças de madeira, que formarão uma rede de triângulos ao ponto de que estes venham a ser uma forma de moldura onde se preencherão os espaços vazios, lacunares, de maneiras a erguer paredes sólidas. As triangulações estabelecem ângulos e forças de tensão que sustentam toda a estrutura desde os fundamentos até a cobertura em si.

No caso das construções Enxaimel, ao remetermos a triangulação a sua técnica de edificação é possível perceber a aplicação de uma matemática básica e funcional em virtude de uma extrema racionalização dos materiais utilizados e dos fins almejados para sua construção, como por exemplo, a preocupação com a ação dos ventos e seus efeitos sobre a construção.



As construções Enxaimel retratam uma técnica que se baseava na montagem de paredes com hastes de madeira que eram encaixadas entre si. Estas hastes podiam ser posicionadas na horizontal, na vertical ou até mesmo inclinadas, sendo preenchidas por pedras ou tijolos. E, são justamente as hastes de madeira que dão sustentação as estruturas que compõem as construções. Ora, tal estrutura carrega em seu âmago saberes matemáticos.

Assim, os exercícios propostos neste estudo possibilitam pensar com e como a relação entre matemática e a técnica de construção Enxaimel pode criar oportunidades para ir além do entendimento de conceitos técnicos e formalizações de cálculos. Tais exercícios podem funcionar como espaço para o desenvolvimento de habilidades de percepção espacial, para elaboração de saberes matemáticos, e, sobretudo, para compreender como a matemática se engendra com outros saberes, como ela funciona no processo de concepção e compreensão das formas instituídas para pensar o espaço tridimensional e também, como componente de um discurso estético. Este modo de exercitar a matemática que leva em consideração tanto a compreensão dos seus conceitos como também um modo de conceber o mundo que fundamenta técnicas e teorias é uma possibilidade outra para pensar seu ensino na sala de aula.

CONCLUSÕES

As pretensões deste trabalho não estão unicamente centradas em ensinar conceitos matemáticos onde se dá à técnica Enxaimel um papel secundário como lugar de motivação para ver a matemática presente na arquitetura. Sobretudo, estamos interessadas em comunicar visualmente tais conceitos e também proporcionar o entendimento da atividade do olhar em Matemática considerando para isso, aspectos da história, da cultura e da elaboração de uma técnica de construção. Entende-se, portanto, que “educar matematicamente não é uma via de mão única onde se aprende somente conceitos e regras através de memorizações e macetes, mas onde está implícito também o ato de criar, refletir, imaginar e construir” (WAGNER, 2012, p.30). Neste contexto, valoriza-se o olhar, a história e a arquitetura não como simples instrumentos ilustrativos e/ou animadores de uma educação matemática tradicional, mas, sobretudo, como agentes importantes no processo de construção do conhecimento e de práticas de produção e interpretação de visualidades.

A tentativa de aproximar a Matemática com aspectos da realidade dos alunos – no caso a arquitetura Enxaimel encontrada nas construções das casas e outros estabelecimentos



em comunidades onde os estudantes vivem e convivem – emerge, para nós, como possibilidades para o ensino da matemática, tanto no que diz respeito à visualização e compreensão de conceitos geométricos, como espaço para compreendê-la como produção humana, cuja aplicação de uma técnica arquitetônica que a toma como base atravessa a história e a cultura de um povo. Então, para além de estudar e entender os princípios que norteiam a técnica de construção Enxaimel será preciso pensar e analisar a matemática implícita nesta técnica, bem como vê-la em ação na elaboração do espaço arquitetônico.

REFERÊNCIAS

BRASIL, Ministério da Educação e Cultura. Secretaria Fundamental de Educação.

Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática. Brasília: MEC/SEF, 1998.

GISLON, J M. **A invenção da cidade germânica: tradição, memória e identidade na arquitetura contemporânea de Forquilha – SC.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, 2013.

PSCHEIDT, D. C. **Arquitetura enxaimel: um olhar sob a perspectiva da matemática.** Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação. Florianópolis, 2020.

TOMAZ, V.S.; DAVID, M.M.M.S. **Interdisciplinaridade e aprendizagem da matemática em sala de aula.** Belo Horizonte: Autêntica, 2008.

VOLLER, P. **Casas enxaimel: fabricação, construção, restauração.** Disponível em <http://casas enxaimel.com.br/>. Acesso em 06/12/2019.

WEIMER, G. **A arquitetura popular da imigração alemã.** 2ª edição. Porto Alegre: UFRGS, 2005.

WAGNER, D. R. **Arte, técnica do olhar e educação matemática: o caso da perspectiva central na pintura clássica.** Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

WAGNER, D.R. **Visualidades movimentadas em oficinas-dispositivo pedagógico: um encontro entre imagens da arte e professores que ensinam matemática.** Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

WITTMANN, A. **Fachwerk, a técnica construtiva enxaimel.** Vitruvius Magazine. Julho/2016. Disponível em <https://www.vitruvius.com.br/revistas/read/projetos/16.187/613>. Acesso em 12/12/2019.