



Mostras escolares: geometria em obras arquitetônicas e artefatos de design

School exhibits: Geometry in architectural works and design artefacts

Tânia Baierⁱ

Fundação Universidade Regional de Blumenau - FURB

Marko Alexandre Lisboa dos Santosⁱⁱ

Fundação Universidade Regional de Blumenau - FURB

Keila Tyciana Peixerⁱⁱⁱ

Fundação Universidade Regional de Blumenau - FURB

José Carlos Althoff^{iv}

Fundação Universidade Regional de Blumenau - FURB

Stephani Cristine Brito^v

Fundação Universidade Regional de Blumenau - FURB

Flavia Freire Gonçalves^{vi}

Fundação Universidade Regional de Blumenau - FURB

Stephanie Pereira de Alcantara Grilo^{vii}

Fundação Universidade Regional de Blumenau - FURB

Resumo

Este artigo apresenta e descreve algumas das atividades que foram realizadas em um projeto de extensão universitária, desenvolvido na cidade de Blumenau – SC, no ano de 2019. O projeto foi aplicado em quatro escolas estaduais com alunos do Ensino Fundamental e Médio. A temática do projeto envolve a abordagem da geometria em obras arquitetônicas e artefatos de *design* apresentados por meio de painéis expostos nas escolas e de jogos interativos, situação em que foi possível reconhecer as formas geométricas estudadas nas aulas de matemática (prismas, cubos, cilindros, entre outros). Por meio das mostras, também foi possível observar obras arquitetônicas contemporâneas, assim como objetos icônicos do *design* que despertaram nos alunos conexões entre as formas e a linha do tempo do desenvolvimento dessas produções.

Palavras-chave: extensão universitária, matemática, geometria, arquitetura, design.

Enviado em: 28/02/20 - Aprovado em: 09/08/20

Abstract

This article presents and describes some of the activities done in a university extension project developed in the city of Blumenau/SC, in the year of 2019. The project was applied in four public schools with students from Elementary and High School. The project theme involves the use of geometry in architectural work and design artefacts presented by panels

exposed in those schools. In that way, being visually attracting using those panels and with interactive games, the school community observed the presence of geometry in architecture and design, situation in which was possible recognize the studied geometric forms, such as: prisms, cubes, cylinders and others. Through the expositions, it was also possible to observe contemporary architectural works and iconic objects of design that has awakened connections between forms and those products' timeline in the students.

Keywords: university extension, mathematics, geometry architecture, design.

Introdução

A geometria é um importante ramo da Matemática, principalmente por se constituir como um conhecimento basilar para outras áreas, dentre as quais: Engenharias, Arquitetura, Design, entre muitas outras. Por esse motivo, este projeto apropriou-se das áreas da Arquitetura e do Design para abordar os conceitos matemáticos que serão apresentados adiante.

O projeto 'Mostras escolares: geometria em obras arquitetônicas e artefatos de design' é uma ampliação de outro projeto entravado no ano anterior, que enfocava a geometria em obras arquitetônicas. Nesse sentido, essa nova experiência que agregou artefatos de design almejou contribuir para a criação de um contexto atualizado e interdisciplinar para a abordagem da geometria por parte das escolas de Ensino Fundamental e Médio.

Visualmente atraente, as mostras proporcionaram aos estudantes e professores contemplados a oportunidade de observar, por meio de exposições dialogadas e painéis impressos, as aplicações práticas do emprego da matemática e da geometria fractal, conceitos abordados em suas aulas de Matemática.

Concomitantemente com as mostras, foram socializadas e aplicadas atividades didáticas que compõem o leque de pesquisas entravadas dentro do Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática (PPGECIM/FURB). A partir dessas oficinas com estudantes e professores, foram desenvolvidas aptidões e habilidades mediante a utilização de diferentes tipos de materiais manipuláveis, com o objetivo de estabelecer reflexões a respeito de novas possibilidades de ensino de conteúdos matemáticos.

Relevância

Segundo os princípios orientadores dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) (2001), os conhecimentos básicos de geometria são fundamentais para que as pessoas

possam interagir com seu meio, bem como iniciar percursos estudantis ou profissionais mais aprofundados desse conhecimento. Neste sentido, Fainguelernt (1999, p. 49-50) aponta que “a Geometria desempenha um papel integrador entre as diversas partes da Matemática, além de ser um campo fértil para o exercício de aprender a fazer e aprender a pensar”. Isso corrobora com a ideia de que, a partir do conhecimento de conteúdos e teorias da matemática, o estudante pode despertar outras esferas do saber, como as áreas artísticas e a resolução de problemas.

Outrossim, se por um lado os estudantes necessitam absorver conteúdos geométricos elementares, é recomendado que os professores, além de dominar tais conteúdos, tenham o domínio de métodos de ensino que lhe proporcionem abordagens diversas e significativas para os estudantes. Tais abordagens objetivam que os estudantes consigam relacionar conteúdos e exemplos com suas experiências (KALEFF; SÁ; TOLEDO, 2008).

Cabe destacar, neste contexto, que os PCNs para a área da Matemática também apontam temas atuais e recomendam a superação da

[...] visão de uma única geometria do real, a geometria euclidiana e [...] o tratamento cada vez mais importante dos fenômenos [...] relacionados com as noções matemáticas de caos e de conjuntos fractais (BRASIL, 2001, p. 25).

Isso reitera a expectativa deste projeto, ao abordar a geometria, a partir da contextualização dos conceitos em temas concretos.

Conforme apontado por Pinto et al. (2019), atualmente muitos professores de matemática enfrentam dificuldades em relação ao ensino da geometria, de modo que, em alguns casos, as aulas são concentradas, sobretudo na utilização do quadro e de explicações verbais. O emprego de fórmulas a serem memorizadas e a mecanização de processos de aprendizagem ainda é bastante frequente, o que requer estratégias de abordagens mais diversificadas pelos professores.

Por esses motivos, foram levantados os seguintes questionamentos: i) seria possível proporcionar um projeto de extensão em que a geometria fosse abordada de maneira visual, prática e instigadora?; ii) seria possível articular conteúdos da Matemática, da Arquitetura e do Design a partir de um método que proporcionasse a concretização de elementos abstratos? As respostas dessas duas perguntas foram positivas, o que poderá ser confirmado ao longo deste texto.

Método

Para compreender o trabalho desenvolvido, é necessário contextualizar o cenário e os atores envolvidos. Ao longo de um ano de atividades, participaram quatro professores

universitários, quatro estudantes bolsistas de extensão e dez estudantes voluntários. Esses últimos, em sua maioria, tiveram participações pontuais no projeto.

Os encontros da equipe se realizaram, principalmente, em duas vezes por semana, com quatro horas de duração cada um. Nesses momentos, foram desenvolvidas pesquisas sobre obras arquitetônicas e artefatos de design que apresentassem elementos visuais e construtivos relevantes para o tema das mostras.

A partir dessa seleção, foram elaborados os textos e a captura de imagens em qualidade adequada para a impressão dos pôsteres. A diagramação dos pôsteres se deu no software *PowerPoint*. Para facilitar o acesso dos arquivos pelos professores e bolsistas, foram depositadas imagens, textos, links e arquivos em servidor online para que todos tivessem acesso remoto e simultâneo.

Após diagramados e revisados, os pôsteres foram impressos em lona – para aumentar a longevidade do produto – e afixados em biombos aramados. Após prévio agendamento com a direção das instituições de ensino, visitou-se quatro escolas estaduais na cidade de Blumenau.

Revisão Bibliográfica

O suporte teórico deste projeto está alinhado com as reflexões sobre o ensino de matemática no que se refere aos temas presentes no currículo da Educação Básica brasileira. Analisando os conteúdos matemáticos construídos na contemporaneidade, foram elaboradas estratégias para costurar tais conteúdos de modo a constituir o material teórico dessas mostras.

A Geometria Fractal foi criada na segunda metade do século XX por Benoit Mandelbrot (1924-2010) para descrever objetos que possuem forma irregular. Mandelbrot (1977) constata que a geometria clássica é frequentemente descrita como fria e seca:

Uma das razões está em sua incapacidade para descrever a forma de uma nuvem, de uma montanha, de um litoral, ou de uma árvore. Nuvens não são esferas, montanhas não são cones, litorais não são círculos [...] (MANDELBROT, 1977, p. 1, tradução nossa).

A abordagem dos objetos fractais no mundo da educação abre possibilidades de ligar a matemática com as formas da natureza, gerando aplicações em diversas áreas do saber. Baier (2005) aponta o estudo dos fractais como:

[...] resposta às críticas efetuadas a respeito do afastamento dos conteúdos matemáticos que constituem o currículo escolar da realidade do mundo [...] um modo de realizar, na prática da sala de aula, a interdisciplinaridade (BAIER, 2005, p. 13).

Na atualidade, os fractais são utilizados na elaboração de projetos arquitetônicos, de design e até de engenharia, no entanto, antes da formulação teórica da Geometria Fractal, seus conceitos elementares já estão presentes em tais projetos. Como exemplo de utilização da Geometria Fractal, Mandelbrot (1977) apresenta a Torre Eiffel, localizada em Paris, onde uma sequência ascendente de estruturas auto semelhantes se repete em escalas progressivamente menores: “[...] a torre que Gustave Eiffel construiu em Paris deliberadamente incorpora a ideia de uma curva fractal cheia de pontos ramificados” (MANDELBROT, 1977, p. 131, tradução nossa).

Sobre as aplicações recentes na arquitetura e no design, Sedrez (2016) destaca o surgimento de uma nova geração de profissionais que utilizam essa geometria para produção de tramas, padrões, ornamentos, gerando ideias iniciais para a solução de problemas. Entretanto, a Geometria Fractal não é um conteúdo obrigatório no Ensino Fundamental ou Superior (no caso da Arquitetura e do Design), o que a tornou por muito tempo um campo de experimentação sem grande profundidade nessas áreas.

No artigo *Construindo pontes entre universidade e escola pública com arquitetura fractal*, Baier (2017) apresenta uma vivência pedagógica realizada em uma escola pública com bolsistas acadêmicos do Curso de Licenciatura em Matemática do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID/CAPES/FURB). A realização dessa atividade revelou o potencial de mostras relacionadas com aplicações da matemática na arquitetura, por exemplo.

Isso reforça o fato de que pesquisadores, docentes e extensionistas se dedicam ao estudo e à aplicação de cursos e atividades com professores e estudantes do Ensino Fundamental e Médio a fim de minimizar as dificuldades que os alunos encontram com o trato de fundamentos abstratos da geometria.

Kuzniak e Rauscher (2011) apresentam um valioso artigo que analisa a percepção visual de alunos por meio de alguns critérios, como os da Gestalt (CARBON, 2019), que podem ser observados em leitura de imagens, na arte, na arquitetura, no design, enfim, no cotidiano.

O estudo de Álvaro-Tordesillas et al. (2020) relata um trabalho que aborda um método de ensino da geometria dentro e fora da sala de aula com uma maior interação entre os estudantes e o professor. O autor defende que é positivo que a geometria não

seja algo abstrato, mas sim concreto e relacionado à vida dos estudantes. Nessa experiência, os autores apresentam uma estratégia baseada em gamificação (INCIKABI; KEPCEOGLU; PEKTAS, 2020), que permite focalizar o conteúdo a partir de um ponto de vista lúdico.

Por exemplo, Goulart e Farias (2013) desenvolveram um projeto em que os saberes geométricos se materializavam e interagiam com objetos do entorno, proporcionando aos estudantes desenvolver a argumentação lógica, aspectos de visualização e aplicabilidade da geometria no cotidiano.

Dutra (2018) trabalhou com a modelagem matemática e a visualização de procedimentos geométricos na arte e afirma que, a partir de análises gráfico-visuais, é possível compreender novos sentidos e significados da geometria em contextos concretos e mais significativos.

Dessa maneira, esses apontamentos teóricos conduzem à apresentação dos resultados do projeto, conforme o que se segue.

Resultados

Como resultados desses estudos, foram selecionadas doze referências – entre objetos, cartazes, logotipos e personagens – da área de Design. A partir disso, foram realizados levantamentos de informações textuais, como data, autoria e contexto histórico dessas imagens, além da busca por figuras em alta definição para que pudessem ser impressas. Dessa maneira, foram diagramados 6 painéis de 120cm x 68,50cm, impressos em lona, de modo a garantir maior durabilidade e possibilitar reutilização em incursões futuras.

A figura 1 apresenta um dos artefatos selecionados para compor a mostra. Trata-se de uma chaleira componente de um jogo de chá desenvolvido por Marianne Brandt (1893–1983) no ano de 1924. Marianne compôs o grupo de alunos daquela que seria uma das escolas pioneiras de Design, Arquitetura, Artes e Ofícios da Alemanha: a Bauhaus (LUPTON; MILLER, 2019). Em um exercício realizado para reduzir um objeto cotidiano a uma combinação de formas elementares, o bule utiliza-se de formas geométricas puras inspiradas na estética construtivista predominante na época (MOMA, 2019). Sua configuração era inovadora e funcional, pois possuía uma alça de ébano e um acabamento que era confortável de segurar.

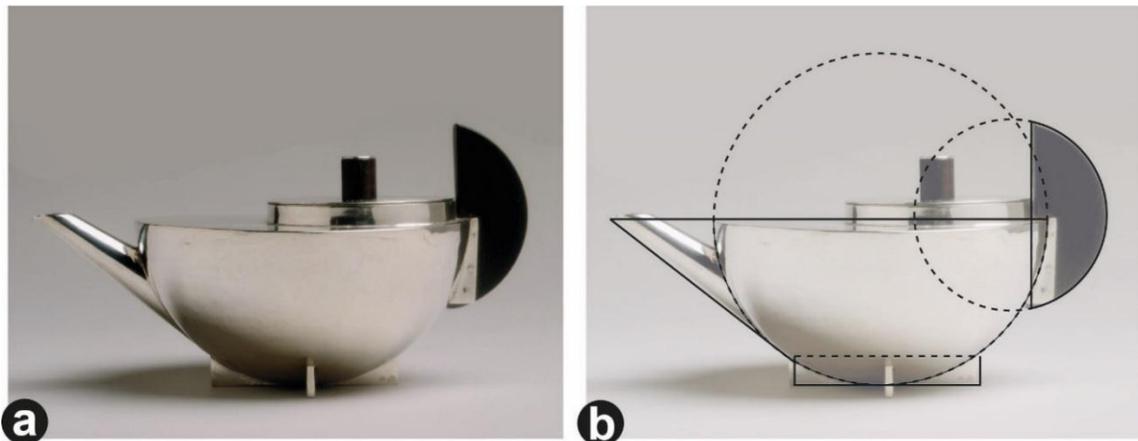


Figura 1: Exemplo de estudo geométrico em artefato de design
Fonte: Adaptado de Moma (2019)

O estudo geométrico dessa chaleira (figura 1a) se dá pela observação de formas como círculos, retângulo, triângulo, e ainda é possível explorar conceitos de simetria de reflexão, tangência, ponto médio, raio, diâmetro, ângulos, entre outros (figura 1b). Acompanhados dos elementos textuais de apoio, estudos como esse compõem os painéis então diagramados, como pode ser observado na figura 2:

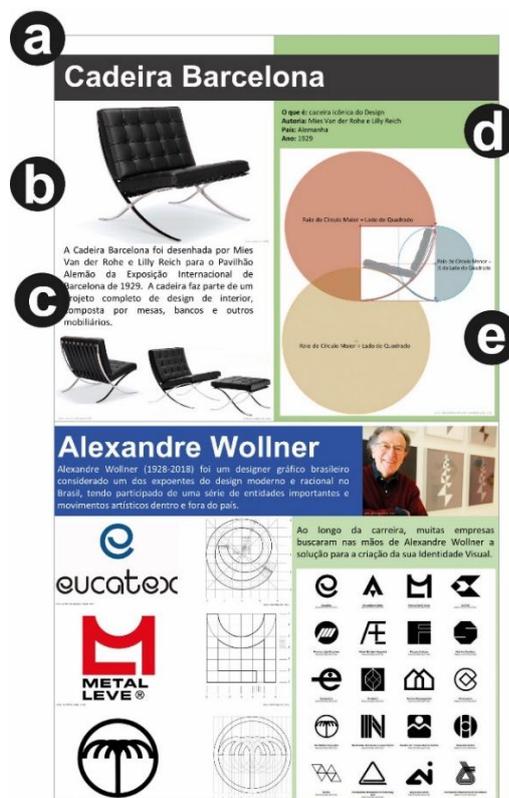


Figura 2: Exemplo de Poster
Fonte: os autores (2019)

Como pode ser identificado no exemplo acima, cada uma das obras e/ou cada um dos objetos são apresentados da seguinte maneira: 2a) título do trabalho; 2b) foto principal; 2c) contexto histórico, estético e informações relevantes; 2d) autor, data e ano de desenvolvimento; 2e) elementos geométricos existentes naquele artefato.

A figura 3 apresenta todos os painéis então desenvolvidos com a temática da área do Design que foram adicionados aos já existentes da área da Arquitetura, elaborados no ano anterior e que compuseram a mostra aqui relatada. Embora em formato reduzido, é possível obter uma compreensão geral do que foi abordado nesse contexto.

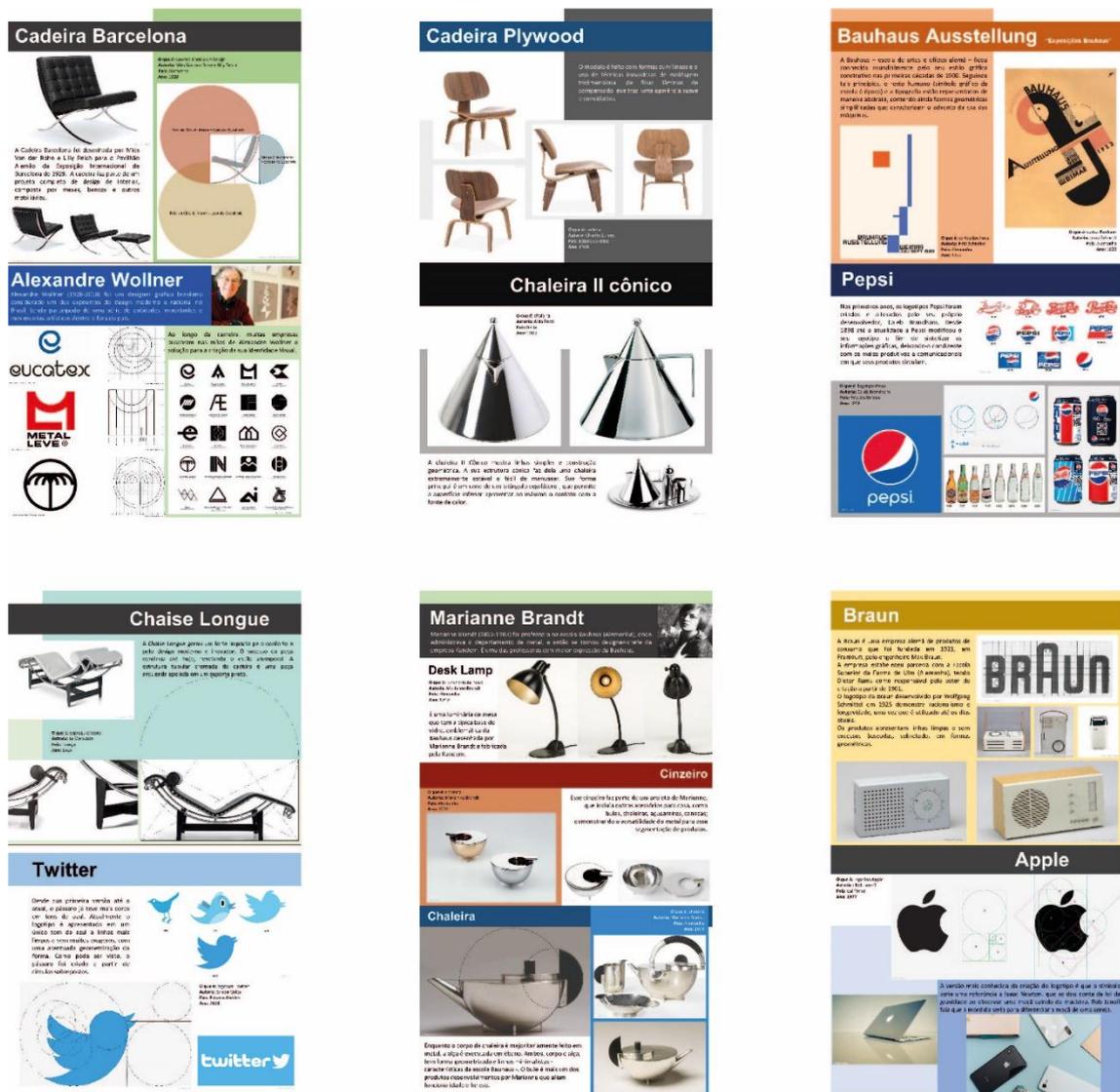


Figura 3: Miniaturas dos pôsteres apresentados na mostra
Fonte: os autores (2019)

A figura 4 retrata a exibição dos painéis nas escolas atendidas. Eles foram dispostos nos pátios das escolas, pelo período de uma semana, para que pudessem ser observados pelo maior número de estudantes e professores dessas instituições.



Figura 4: Painéis dispostos nas escolas visitadas
Fonte: os autores (2019)

Alguns painéis da mostra apresentaram também conteúdos e produtos educacionais oriundos do Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática da FURB (PPGECIM/FURB), concretizando, dessa maneira, a inserção social das pesquisas desenvolvidas nesse programa. Dentre os conteúdos presentes em tais painéis, estavam ali também informações acerca da Geometria Fractal, conforme destacado anteriormente. Esses estudos resultaram no desenvolvimento de jogos que foram socializados e aplicados aos estudantes e professores durante as oficinas, como mostra a figura 5:



Figura 5: Estudantes experimentando a ludicidade dos jogos
Fonte: os autores (2019)

Considerações momentâneas

O ensino de conteúdos relacionados à geometria pode ser mais significativo, quando os métodos e as abordagens não são aqueles abstratos e convencionais. O emprego de objetos táteis, assim como a exemplificação por meio de artefatos do dia a dia – como

uma chaleira ou uma cadeira, por exemplo - permite ao estudante a autonomia de identificar tais conteúdos em diferentes espaços e momentos.

Nas oficinas, o emprego dos objetos táteis – os jogos –, mostrou-se atraente e desafiador para os estudantes. A incorporação de técnicas baseadas na gamificação teve um efeito motivador sobre os alunos, que descobriram uma maneira de aprender jogando. Nos momentos em que eram desafiados a jogar, mais uma vez assumiam um papel protagonista, ao propagar para os demais colegas informações acerca daqueles jogos.

A presença de atores externos às escolas, compreendendo professores universitários e bolsistas, contribuiu sobremaneira para criar um clima favorável de uma mostra guiada pelos painéis. Outrossim, a apresentação destes e a explicação dos elementos geométricos componentes dos artefatos resultou em questionamentos e discussões por parte dos alunos que não poderiam ser entravadas em outro momento senão ali mesmo.

Para os professores e estudantes da Educação Básica, o projeto se apresentou relevante, porque favoreceu o entendimento da matemática como ciência em contínuo processo de criação. As mostras enfocaram os aspectos lúdicos e estéticos da matemática, contribuindo para um aprendizado atualizado e interdisciplinar.

A experiência relatada neste texto se apresentou desafiadora e, ao mesmo tempo, prazerosa para os professores e alunos responsáveis. Para os estudantes de Graduação dos Cursos de Arquitetura, Design e Engenharia essa experiência foi válida por proporcionar-lhes a prática da extensão universitária, além da possibilidade de compreender os conteúdos abordados, nas salas de aula, por meio do enfoque extensionista.

Por fim, os breves momentos de contato entre a universidade e a comunidade escolar contribuíram, entre outras questões, para o despertar de um possível percurso profissional para os estudantes ali presentes. Muitos alunos, além de demonstrar um patente interesse pelas áreas profissionais da Arquitetura e do Design, apresentaram também evidente fascínio pelas formas e procedimentos geométricos. Por todos esses motivos, acredita-se que seja pertinente a continuidade de experimentos como este, proporcionando aos estudantes do Ensino Fundamental e Médio a possibilidade de conhecer cada vez mais as formas e os procedimentos geométricos, assim como de reconhecê-los no dia a dia.

Referências

ÁLVARO-TORDESILLAS, A. et al. Gamification experience in the subject of descriptive geometry for architecture. **Educación XX1**, v. 23, n. 1, Madri, Espanha: Decanato de la Facultad de Educación, pp. 373-408, .2020.

BAIER, T. **O nexo geometria fractal** - produção da ciência contemporânea tomado como núcleo do currículo de matemática do ensino básico. Rio Claro: UNESP, 2005, 147 p. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-graduação em Educação Matemática. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2005.

BAIER, T. Construindo pontes entre universidade e escola pública com arquitetura fractal. Universidade Federal de Ouro Preto. VI ENCONTRO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 2017, Ouro Preto, **Caderno de resumos... VI Encontro de Educação Matemática de Ouro Preto**. Ouro Preto: Editora UFOP, 2017, 79p.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros curriculares nacionais: matemática**. 3. ed. Brasília, 2001. v. 3. 142 p.

CARBON, C.-C. Psychology of Design. **Design Science**, v. 5, ed. 26. Cambridge University Press, 2019.

DUTRA, J. L. P. Educação geométrica e arte visual de Leonardo da Vinci: uma experiência pela a análise geometria do quadro da Mona Lisa. XIII Seminário do Programa de Pós-Graduação em Desenho, Cultura e Interatividade, 2018, Universidade Estadual de Feira de Santana. **Anais do XIII Seminário do Programa de Pós-Graduação em Desenho, Cultura e Interatividade**. Feira de Santana: UESF, 2018.

FAINGUELERNT, E. K. **Educação matemática: representação e construção em geometria**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1999.

GOULART, J. S. S.; FARIAS, L. M. S. Representando, manipulando e explorando conceitos geométricos: experiência com um projeto de extensão. VI Congresso Internacional de Ensino de Matemática. 2013, Canoas. **Anais do VI Congresso Internacional de Ensino de Matemática**. Canoas: ULBRA, 2013. p. 1-10.

INCIKABI, L.; KEPCEOGLU, I.; PEKTAS, M. Gamification of Middle School Mathematics and Science: Game-Playing for Learning. **Handbook of Research on Integrating Computer Science and Computational Thinking in K-12 Education**. IGI Global, 2020. p. 301-316.

KALEFF, A. M.; SÁ, L. A.; TOLEDO, M. I. M. de. Criando, Vendo e Entendendo Sólidos de Revolução. **Revista Boletim Gepem**, n. 40, Rio de Janeiro-RJ: UFRRJ, pp. 35-54, 2008.

KUZNIAK, A.; RAUSCHER, J.-C. How do teachers' approaches to geometric work relate to geometry students' learning difficulties?. **Educational studies in Mathematics**, Dordrecht, v. 77, n. 1, p. 129-147, may. 2011.

LUPTON, E.; MILLER, J. A. (ed.). **O ABC da Bauhaus: a Bauhaus e a teoria do design**. Editora GG, Editorial Gustavo Gili, SL, 2019.

MANDELBROT, B. **The Fractal Geometry of Nature**. New York: W. H. Freeman and Company, 1977.

MOMA, M. **Museum of Modern Art**, Nova York, 2019. Disponível em: <<https://www.moma.org/artists/741?locale=pt>>. Acesso em: 20 set. 2019.

PINTO, F. M. C. et al. Aplicação de métodos alternativos no ensino da geometria plana. II SEMINÁRIO DE PESQUISA E INOVAÇÃO TECNOLÓGICA-SEPIT. **Anais do Seminário de Pesquisa e Inovação Tecnológica-SEPIT**, 2019, Instituto Federal do Triângulo Mineiro, v. 2, n. 1, 2019.

SEDREZ, M. **Arquitetura e complexidade**: a geometria fractal como sistema generativo. 2016. Tese (Doutorado em Arquitetura, Tecnologia e Cidade) – Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2016.

ⁱ Doutora em Educação Matemática pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP (2005). Mestre em Educação - Ensino Superior pela Fundação Universidade Regional de Blumenau - FURB (1994). Graduada em Matemática pela Fundação Universidade Regional de Blumenau - FURB (1975). É professora no Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Naturais e Matemática da Universidade Regional de Blumenau – FURB, Departamento de Matemática e no PPG Ensino de Ciências Naturais e Matemática.

ⁱⁱ Designer, Mestre e Doutor em Design pelo Programa de Pós Graduação em Design da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação (FAAC) da UNESP/Bauru (Universidade Estadual Paulista). Professor do Departamento de Engenharia de Produção e Design e no curso de Design na Fundação Universidade Regional de Blumenau – FURB.

ⁱⁱⁱ Mestre em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal de Santa Catarina (2014). Graduada em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Regional de Blumenau (2001). Docente na Universidade Regional de Blumenau – FURB no curso de graduação de Arquitetura e Urbanismo.

^{iv} Mestre em Educação pela Universidade do Vale do Itajaí – UNIVALI (2003). Graduado em Matemática pela Fundação Universidade Regional de Blumenau - FURB (1996) e em Tecnólogo em Processamento de Dados pela Fundação Universidade Regional de Blumenau – FURB (1985). É professor da Fundação Universidade Regional de Blumenau - FURB no Departamento de Matemática.

^v Graduanda do curso de Arquitetura e Urbanismo.

^{vi} Graduanda do curso de Arquitetura e Urbanismo.

^{vii} Graduanda do curso de Design.

Como citar esse artigo:

BAIER, Tânia; SANTOS, Marko Alexandre Lisboa dos; PEIXER, Keila Tyciana; ALTHOFF, José Carlos; BRITO, Stephani Cristine; GONÇALVES, Flavia Freire; GRILO, Stephanie Pereira de Alcantara. Mostras escolares: geometria em obras arquitetônicas e artefatos de design. **Revista Digital do LAV**, Santa Maria: UFSM, v. 13, n. 3, p. 65-76, set./dez. 2020.