

A GEOMETRIA DO MUNDO ISLÂMICO:

UMA PROPOSTA TRANSDISCIPLINAR PARA A ENGENHARIA CIVIL

THE GEOMETRY OF ISLAMIC WORLD:

A TRANSDISCIPLINARY PROPOSAL FOR CIVIL ENGINEERING

Marília Valério Rocha¹

Resumo: O objetivo deste Relato de Pesquisa é apresentar uma proposta transdisciplinar, parte de um Doutorado em Educação Matemática, defendido em 2016. O material didático elaborado (*Caderno*) partiu de uma imersão histórica e propôs a exploração dos mosaicos e as modelagens geométricas do Domo da Rocha em Jerusalém e da muqarna do Santuário de Bastami no Irã e destina-se às disciplinas de Educação Gráfica, na Engenharia Civil. No presente artigo, procurou-se discutir o aspecto transdisciplinar desse material didático. O referencial teórico adotado foi a Teoria da Cognição Corporificada, de Lakoff e Nunez (2005) e Fauconnier (2005). As obras estudadas foram apresentadas como metáforas arquitetônicas, conforme Pallasmaa (2013). Realizou-se uma Investigação Avaliativa seguindo alguns passos para avaliação de manuais escolares sugeridos por Gérard e Roegiers (1998). A pesquisa foi realizada com profissionais da área, que analisaram e apresentaram contribuições à proposta. Os resultados apontaram que o *Caderno* tem potencial para ser considerado como alternativa na Educação Gráfica.

Palavras-chave: Transdisciplinaridade, Educação Gráfica, Modelagem Geométrica, AutoCAD 3D, Geometria Islâmica.

Abstract: The objective of this Research Report is to present an interdisciplinary proposal, part of a doctoral thesis in Mathematics Education, defended in 2016. The didactic material prepared (*Textbook*) started from a historical immersion, proposed the exploration of the mosaics and the geometric modeling of the Dome of the Rock in Jerusalem and the muqarna of the Sanctuary of Bastami in Iran and addresses the disciplines of Graphic Education in Civil Engineering. In the present article, we discuss the interdisciplinary aspect of this didactic material. The theoretical framework adopted was the theory of Embodied Cognition, Lakoff and Nunez (2005) and Fauconnier (2005). The works studied were presented as architectural metaphors as Pallasmaa (2013). An evaluative research was carried out following a few steps of evaluation of teaching material suggested by Gérard and Roegiers (1998). The research was conducted with professionals who analyzed and presented contributions to the proposal. The results pointed out that the teaching material has potential to be considered as an alternative in the Graphic Education Program.

Key-words: Interdisciplinary. Graphic Education. Geometric modeling. AutoCAD 3D, Islamic geometry.

Introdução

Este Relato de Pesquisa sintetiza uma proposta didática, voltada à Educação Gráfica, no curso de Engenharia Civil, na qual se propõe o estudo da geometria do mundo islâmico, sob um viés transdisciplinar².

¹ Professora das disciplinas de Educação Gráfica, no curso de Engenharia Civil da Universidade de Mogi das Cruzes, Campus Villa Lobos/SP, graduada em Matemática, mestre em Educação Matemática, pela PUC-SP, em 2009, e doutora em Educação Matemática pela UNIAN/SP, em 2016. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7712982586089594>. e-mail: mariliav.rocha@uol.com.br.

² Uma abordagem transdisciplinar objetiva “a compreensão do mundo presente, para o qual um dos imperativos é a unidade do conhecimento”. O prefixo ‘trans’ refere-se “àquilo que está ao mesmo tempo entre as disciplinas, através das diferentes disciplinas e além de qualquer disciplina. [...] a visão transdisciplinar é deliberadamente aberta à medida que ela ultrapassa o domínio das ciências exatas pelo seu diálogo, e sua reconciliação não somente com as ciências humanas, mas também com a arte, a literatura, a poesia e a

■ relato de pesquisa

O termo Educação Gráfica procura consolidar as disciplinas que se ocupam da formação gráfica e abordam conteúdos das disciplinas de Desenho Técnico, Modelagem de Sólidos, Geometria de Sólidos e Geometria Descritiva.

Esta proposta didática é parte de uma tese de doutorado, na área de Educação Matemática, defendida em 2016³. O processo de elaboração e justificativa das escolhas feitas que delinearão a pesquisa está detalhado no artigo Educação Gráfica e Corporeidade⁴. No presente texto, pretende-se explorar o aspecto transdisciplinar que permeou as atividades propostas.

Procurando conciliar vários campos do saber, entre eles, a geometria, a arquitetura e a expressão artística de uma cultura, propôs-se a modelagem geométrica de duas construções medievais, que foram situadas em um contexto histórico e cultural.

A proposta alinha-se com Rocco (2008) ao afirmar que a Arquitetura “é algo mais que uma história de formas, estilos e arranjos espaciais: é um produto de fatores culturais e ambientais e uma expressão do modo de vida do povo para o qual se constrói” (ROCCO, 2008:11).

No Brasil, são raras as iniciativas voltadas ao estudo das culturas não ocidentais. Na atualidade, a questão islâmica tomou vulto, mas é pouco discutida entre nós. A migração de muçulmanos, em função da guerra da Síria, intensificou-se a partir de 2015. Entende-se que propostas que procurem informar e refletir sobre a situação islâmica possam contribuir para melhorar esse quadro.

Reconhecendo a arte islâmica

Buscando reconhecer as particularidades que distinguem uma obra de arte islâmica, Grabar (2006) afirma que não se pode buscar uma homogeneidade, uma vez que a cultura islâmica formou-se com base na reunião de diferentes povos. Embora não se possa afirmar que exista uma única expressão artística, há três características que as permeiam.

A primeira é a importância dada ao papel social. Observa-se que as construções medievais são monumentais e, as escolas, banhos públicos, mercados e hospedarias tiveram a preocupação de atender a todos e proporcionar um convívio satisfatório. O igualitarismo proposto pelo islamismo está refletido nessa escolha.

A segunda refere-se ao papel da ornamentação na arte, que é marcada pela decoração floral ou geométrica das superfícies. Tal opção reflete a orientação religiosa que proíbe a representação de homens e animais na arte religiosa. Ela busca a ‘representação

experiência interior” (NICOLESCU, 2001:35).

³ ROCHA, M.V. Uma contribuição à Educação Gráfica baseada na Teoria da Cognição Corporificada. 2016. 430 p. Tese (Doutorado em Educação Matemática). Orientadora: Profa. Dra. Janete Bolite Frant. UNIAN/SP. 2016.

⁴ Disponível em: <http://rbeg.net/artigos/artigo32.pdf>.

■ relato de pesquisa

do divino que, embora intangível, tudo permeia'. Para Grabar (2006), a geometria assim como a caligrafia podem ser vistas como uma representação semiótica que emprega signos modulares para expressar significados mais profundos.

A última característica refere-se à busca da unidade na pluralidade. As muqarnas (Figura 2) são um exemplo, pois, simbolicamente representam um todo que engloba um número quase infinito de partes. Grabar (2006) conclui que a arte islâmica proporciona um tipo de tensão visual diferente da centralidade do homem na arte ocidental.

Na proposta didática, procurou-se identificar essas características nas construções escolhidas para modelagem. Nesse sentido, buscou-se um alinhamento com Pallasmaa (2013), que defende uma arquitetura que “advém do conhecimento de seu solo histórico, cultural, social e mental” (PALLASMAA, 2013:68).

Apresentação da Pesquisa

O referencial teórico adotado foi a Teoria da Cognição Corporificada, de Fauconnier (2005), Lakoff; Nunez (2005) e Lakoff; Johnson (2012). Para Lakoff e Johnson (2012:41), “a essência da metáfora é entender e experimentar um tipo de coisa em termos de outra” e a arquitetura pode ser interpretada como uma metáfora ‘viva’.

Imagens artísticas de vários aspectos do mundo são representações metafóricas que se tornam momentaneamente parte de nossa paisagem mental. Na realidade, no encontro com uma obra de arte, ocorrem uma projeção e uma conexão duplas: projetamos aspectos de nós mesmos na obra e a obra se torna parte de nós. A metáfora evoca, orienta, fortalece e mantém nossos pensamentos, emoções e associações (PALLASMAA, 2013:68).

Nas atividades propostas, procurou-se apresentar o sentido corporificado da Arquitetura. Ao inserir as construções em um contexto histórico, conectando religião, arte e arquitetura, buscou-se mostrar as obras como metáforas arquitetônicas.

A seguinte questão de pesquisa foi lançada: *Ao analisar nossa proposta transdisciplinar, quais potencialidades os participantes identificaram que validam, ou não, sua indicação para ser adotada em uma disciplina de Educação Gráfica, ministrada em um segundo semestre do curso de Engenharia Civil?*

Ao propor alternativas para a Educação Gráfica, procurou-se identificar aspectos que indicassem se o material elaborado teria potencial para ser considerado como alternativa em uma disciplina inicial de Educação Gráfica na Engenharia Civil. Buscou-se também a contribuição de profissionais da área que avaliaram o material por meio de uma pesquisa.

Optou-se pelos seguintes passos metodológicos:

- Realizou-se uma revisão bibliográfica que identificou os temas relevantes,

■ relato de pesquisa

para a Educação Gráfica, considerando a modelagem geométrica. Observou-se a legislação que rege os cursos de Engenharia no que tange à Educação Gráfica. Foram identificadas publicações acadêmicas sobre o Islã, em particular sobre a Arquitetura medieval e sobre relatos dos aspectos culturais;

- O referencial teórico escolhido se alinhou com o sentido corporificado da Arquitetura, sendo considerada como uma experiência dos sentidos, moldada por uma cultura;
- Elaborou-se um *Caderno com Tarefas para a Educação Gráfica*, contendo o estudo da Geometria do mundo islâmico. Foi confeccionada uma *Apresentação da Proposta Didática*, que esclareceu as bases da pesquisa e incluiu um plano de aula para aplicação das tarefas;
- Por ser um material didático que articulou diferentes saberes, buscou-se a contribuição de matemáticos, engenheiros, arquitetos e professores de Desenho no sentido de avaliar o material sob diferentes pontos de vista;
- Em uma *Investigação Avaliativa*, conforme Gérard e Roegiers (1998), os participantes identificaram as potencialidades do material. Esta análise foi realizada por meio de uma *Planilha de Avaliação*, que contemplou informações sobre a experiência profissional do participante e suas observações sobre as tarefas. Uma análise do material didático foi proposta, considerando cinco eixos: histórico, estético, geométrico, profissional e didático.
- Os dados obtidos pelas *Planilhas de Avaliação* foram consolidados e analisados, sendo considerados alguns aspectos para avaliação de Manuais Escolares propostos por Gérard e Roegiers (1998); e
- Com base nos dados colhidos, elaborou-se um *Relatório de Avaliação*, conforme Gérard e Roegiers (1998). Os pontos fortes e pontos a melhorar foram consolidados nesse relatório. Após uma reflexão, sugestões foram aceitas e o material foi alterado, considerando as contribuições dos participantes da pesquisa. As reflexões feitas sobre esses dados deram subsídios para que a questão de pesquisa fosse respondida.

Para análise, as atividades do *Caderno* podem ser divididas em grupos de tarefas, cada um contendo reflexões sobre aspectos históricos e culturais, em conjunto com as atividades geométricas. Na sequência procurou-se discutir os aspectos transversais de cada grupo, seguindo a proposta deste artigo.

1º Grupo: Mosaicos

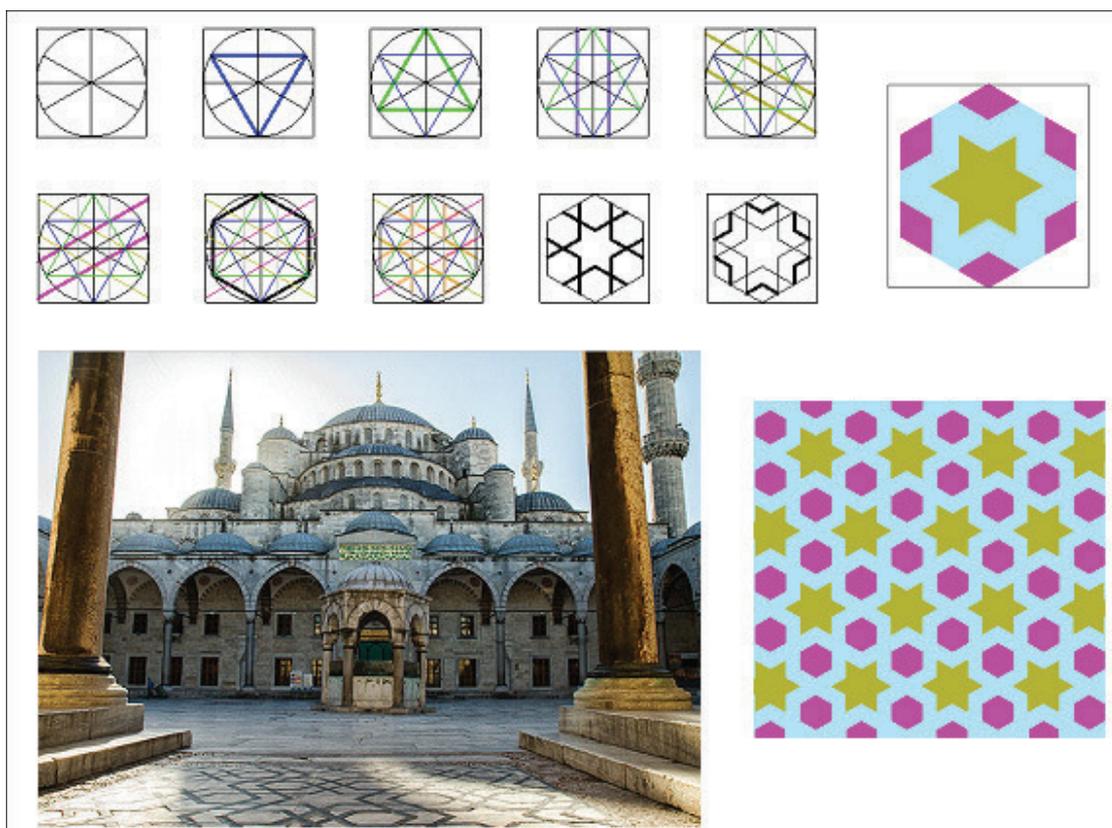


Figura 1: Mesquita do Sultão Ahmed (Mesquita Azul), Istambul, Turquia Fonte: <http://istanbul.for91days.com/2013/03/22/the-blue-mosque/>

O primeiro grupo de atividades propôs o estudo dos mosaicos. A introdução histórica apresentou a origem da religião islâmica: a revelação a Maomé (570-632) em Meca; o significado da *Caaba* para a religião local; a hégira para Medina, em 622; a construção da casa de Maomé e sua influência posterior na arquitetura das mesquitas; os cinco pilares do islã; a consolidação das tribos sob seu comando e sua morte em 632; os quatro primeiros califas que o sucederam, e a vasta região conquistada no período.

Este contexto inicial introduziu os mosaicos como uma herança artística que data o séc. III a.C. e, sendo elaborado com motivos geométricos ou florais, adaptou-se à imposição da não representação de figuras humanas na arte religiosa.

A ausência de imagens nas mesquitas tem dois propósitos. Um é negativo, ou seja, objetiva eliminar qualquer “presença” que se possa contrapor à “Presença” – invisível – de Deus, e assim ser uma fonte de erro, pela imperfeição inerente a todo símbolo; o outro propósito, positivo, é o de afirmar a transcendência de Deus, pois à Essência Divina nada se pode comparar (BURCKHARDT, 1995:162).

Os mosaicos (Figura 1) talvez representem o traço mais familiar da arte islâmica e, esta abordagem permitiu uma identificação entre o religioso e o artístico. Salientou-se que a Arquitetura se faz dando significados às escolhas.

■ relato de pesquisa

Aquilo que, normalmente, rotula-se de ‘abstração’ na representação artística é, na verdade, uma condensação extrema do imaginário, experiência, importância e significado. Em vez de abstrair, no sentido de retirar ou reduzir, a imagem artística requer a compressão de uma diversidade de objetos da percepção, memórias, associações e significados existenciais em uma singularidade experimental (PALLASMAA, 2013:55).

2º Grupo: Domo da Rocha

O segundo grupo do *Caderno* consolidou as tarefas para a modelagem geométrica do Domo da Rocha (Figura 2), construído em Jerusalém, Israel, no séc. VII.



Figura 2: Fachada e Interior do Domo da Rocha, Jerusalém, Israel
Fonte: <https://www.google.com.br/#q=cupula+da+rocha>

A apresentação histórica foi iniciada com a consolidação do califado dos Omíadas, que chegou ao poder em 661. Identificou-se uma alteração no eixo de poder, com a mudança da capital para Damasco. As cidades de Meca e Medina, aos poucos, perderam espaço para a nova capital. Essa mudança influenciou a arquitetura, pois os matemáticos e eruditos formados em Bizâncio passaram a compor a elite intelectual.

Foram listadas algumas obras cristãs presentes no cenário da época e as características da arquitetura bizantina, que podem ser observadas no Domo da Rocha. Procurou-se reforçar que a consolidação de uma cultura precisa de tempo e, durante esse processo, verifica-se que as influências são mantidas, modificadas ou adaptadas. Ressaltou-se também a herança nômade presente nas escolhas arquitetônicas do período inicial do Islã, assim como seu estilo de vida.

O estilo de vida beduíno valorizava acima de tudo a liberdade de movimento, a honra (ligada, em particular, ao controle da sexualidade feminina) e a solidariedade para com os membros do clã. [...] a ética beduína não desapareceria. Com as conquistas árabes sob a bandeira verde do Islã, ela, na verdade, disseminou-se por todo o Oriente Médio (DEMANT, 2013:25).

3º Grupo: muqarna presente no Santuário de Bastami, Irã

A introdução das tarefas do 3º grupo foi pautada na apresentação do Califado Abássida (750-1266). O período consolidou a civilização islâmica e permitiu avanços tecnológicos. Destaca-se a fundação da Casa da Sabedoria, em Bagdá, em 830, pelo califa Harun Al-Rashid (896-8-9) e seu apogeu no tempo de seu filho Al-Mamun (813-833).

O ajuste da tradição clássica às crenças religiosas islâmicas, iniciado no período Umaiad, atingiu o auge na fase clássica dos Abássidas, gerando uma cultura islâmica particularmente refinada. Do oitavo ao nono séculos, o Islã antecipou a ressurgência cultural que no Ocidente só começaria no século XII, contribuindo decisivamente para ela com suas traduções dos autores gregos e com os estudos originais feitos por estudiosos muçulmanos. Nessa época, contrastando com os europeus, os turcos e os mongóis, ainda semibárbaros, só o Islã e Bizâncio, não se falando da China, eram centros culturais importantes, embora empenhados em guerras contínuas, que, no entanto, não impediam o intercâmbio cultural (JAGUARIBE, 2001:567).

O período proporcionou o surgimento das muqarnas, como elemento característico da arquitetura islâmica. “Sempre alternando efeitos de luz e sombra, uma sensação de infinito e profundo significado simbólico criado por tetos de estalactites [muqarnas], deixam uma impressão mágica sobre o espectador.” (OZDURAL,1990:31).

Procurou-se destacar a unidade na pluralidade, apontada por Grabar (2006). Identificou-se que as muqarnas são uma extensão do conceito de pluralidade presente nos mosaicos, de duas dimensões, para o espaço tridimensional.

Os exemplos do conceito das muqarnas, presentes em obras da atualidade, também foram apresentados. Ressaltou-se que novos materiais de construções são criados, testados e aplicados na construção civil, mas os aspectos culturais são mais perenes.

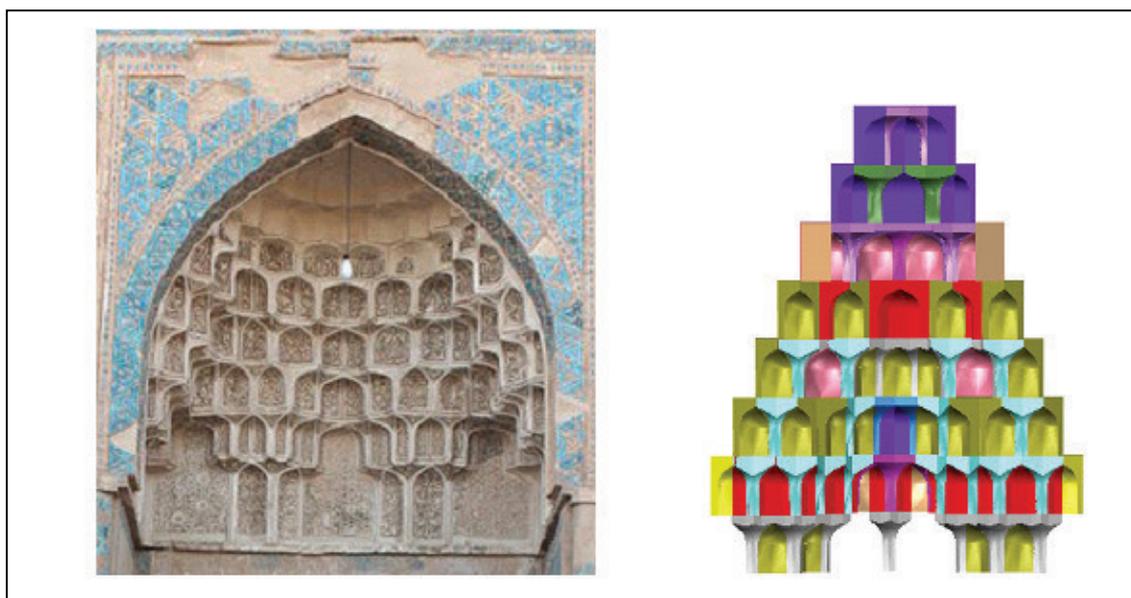


Figura 1: Detalhe da muqarna do Santuário de Bastami, Irã
Fonte: https://en.wikipedia.org/wiki/Bayazid_Bastami

■ relato de pesquisa

Encerramento: O pensamento científico e o Direito Islâmico

Para finalizar o *Caderno*, foi proposta uma reflexão sobre a influência islâmica no pensamento científico ocidental. Apresentou-se a influência dos pensadores gregos (Platão, Aristóteles, Plotino e Proclo) nos primeiros filósofos do islã: Al-Kindi (c. 870-950), Al-Farabi (c. 870 – 950) e Avicena (980-1037). Os pensamentos críticos de Al-Gazali (c. 1058-1111) e Averróis (1126-1198) foram citados, e como esse conhecimento chegou às primeiras universidades europeias.

Traçou-se também um perfil biográfico de Maomé, baseado em Hazleton (2015). Procurou-se apresentar a vida, as conquistas e o pensamento do primeiro muçulmano. A identificação de Maomé como um ser humano, e o conhecimento de suas vitórias e de seu sucesso na consolidação de vários povos sob a *ummah*, podem contribuir para o entendimento de questões atuais, à medida que reforçam a necessidade de consensos em torno de questões maiores.

As características do direito islâmico e alguns aspectos da ética e moral islâmica foram listados. A intenção foi apresentar uma cultura, diferente da ocidental nem, por isso, menos rica e plural. Procurou-se refletir sobre os valores que lhes são caros.

Em conformidade com os passos metodológicos citados em precedência, após a avaliação do material por profissionais da área, foi elaborado um *Relatório de Avaliação*, conforme Gérard e Roegiers (1998). Alguns dos pontos fortes identificados foram: temas geométricos relevantes para a Engenharia (Normas Técnicas, modelagem geométrica); atividades que resgataram alguns conceitos fundamentais da Geometria e privilegiaram o desenvolvimento da habilidade de visualização espacial; e pertinência na introdução de conceitos técnicos com base em uma abordagem histórica e cultural.

Os pontos listados sugere a aceitação, pelos participantes da pesquisa, do encaminhamento dado pela proposta didática. Em particular, foi aprovado o enfoque no sentido de identificar a Arquitetura como uma experiência dos sentidos, moldada pela cultura em que está inserida. Baseada na análise do *Relatório de Avaliação*, a pesquisadora concluiu que a proposta didática tem potencial para ser ministrada em um curso inicial de Educação Gráfica, na Engenharia Civil.

Considerações Finais

Nossa pesquisa procurou contribuir para a Educação Matemática, em três aspectos:

- Na Educação Superior: em uma proposta transdisciplinar, buscou-se incentivar uma compreensão mais ampla dos fatos que contribuem na procura de soluções de situações práticas e também de questões, como a cidadania, sustentabilidade e paz;
- Divulgação da história das ideias científicas: procurou-se apresentar a Matemática como fruto de uma construção humana e social; e

■ relato de pesquisa

- Educação Gráfica: ao apresentar a geometria do mundo islâmico, procurou-se relacionar geometria-culturas. Esta perspectiva alinha-se às propostas europeias divulgadas nos CERMEs⁵.

Buscou-se uma reflexão sobre a situação da população atual do Oriente Médio a partir da origem do Islã. Países que, de um lado, em sua maioria, se encontra sob o domínio de reinados ditatoriais e, de outro, sofre com invasões sejam bélicas ou de aculturação. Discutir a paz, a religião, o papel da arquitetura em uma civilização passa por, inicialmente, promover a compreensão do outro. Esse conhecer privilegia a contemplação da riqueza cultural do outro, em oposição à imposição da própria cultura que, historicamente, se deu a partir de ocupações e guerras.

Alberti (1404-1472) é reconhecido por descrever um método (*costruzione legittima*) para a elaboração do desenho em perspectiva, que influenciou os pintores renascentistas. Em sua obra *Da Pintura*, de 1435, o autor alertou que para realizar um belo quadro, era necessário o conhecimento da geometria. Mas para compor a cena ou a história, considerada por ele “a maior obra do pintor” (ALBERTI, 1999:147), era preciso também o conhecimento de outras artes.

para atingir a perfeição da arte, ele [o pintor] não apenas deve ser versado em muitas coisas, mas pessoa de caráter agradável. Conhecerá a geometria, estudará a natureza, lerá poetas e prosadores, observará a vida humana tanto nas menores articulações das artes quanto nas grandes paixões da alma: seu ateliê ou casa estarão abertos a amigos e curiosos, sua mente pronta a receber críticas e conselhos deles. A atividade do pintor é, pois, a expressão do homem inteiro e, de certo modo, também da sociedade da qual faz parte: as suas obras dão forma às relações entre o homem e o ambiente, não apenas no sentido técnico, mas também no sentido moral e estético (ALBERTI, 1999, p.67).

Elaborando um paralelo entre o pintor e o professor, considera-se que, se um tema de caráter técnico (geometria/engenharia) for apresentado ao público (alunos) imerso em um contexto mais amplo (abordagem transdisciplinar) a cena/história (aula) poderá proporcionar uma aprendizagem mais significativa. Entende-se que a atividade do professor também busca a expressão do homem inteiro, do ambiente e da sociedade.

As questões do Oriente Médio não estão distantes do Brasil. Comunidades migrantes estão chegando e estabelecendo-se nas periferias. O conhecimento sobre as raízes da fé e da cultura islâmica podem diminuir distorções sobre o que é ser muçulmano e evitar extremos, de qualquer natureza.

⁵ CERME: Congresso Europeu de Pesquisa em Educação Matemática. Um dos grupos do congresso é “Desafios sociais, culturais e políticas para a Educação Matemática”, que procura discutir a educação matemática dentro dos domínios da cultura, sociedade e política. Disponível em: http://cerme8.metu.edu.tr/wgcalls/CERME8_WG10_Call.pdf. Acesso: 1 mai 2016.

Referências

ALBERTI, L.B. *Da Pintura*. 2 ed. Campinas: Ed. Unicamp, 1999.

BURCKHARDT, T. *A ARTE SAGRADA no Oriente e no Ocidente: princípios e métodos*. São Paulo: Attar, 1995.

DEMANT, P. *O mundo muçulmano*. São Paulo: Contexto, 2013.

FAUCONNIER, G. Compression and Emergent Structures. *Languages and Linguistics*, p. 523-538. 2005.

GÉRARD, F.; ROEGIERS X. *Conceber e Avaliar Manuais Escolares*. Porto: Editora Porto, 1998. (Coleção Ciências da Educação).

GRABAR, O. What Makes Islamic Art Islamic? *Islamic Art and Beyond, Constructing the Study of Islamic Art*. Hampshire: Ashgate Publishing Limited, v.III, 2006.

HAZLETON, L. *O primeiro muçulmano*. A história de Maomé. Portugal: 20/20 Editora, 2015.

JAGUARIBE, H. *Um estudo crítico da história*, 2. ed, São Paulo: Paz e Terra, 2001. v.1.

LAKOFF, G; JOHNSON, M. *Metáforas de la vida cotidiana*. 9 ed. Espanha: Catedra, 2012.

LAKOFF, G; NUNEZ, R.E. *Da dove viene la matematica: come la mente embodied da origine alla matematica*. Torino: Boringhieri, 2005.

OZDURAL, A. Giyaseddin Jemshid El-Kashi and Stalactites. *Journal of the Faculty of architecture*, Middle East Technical University, v.10. p. 31-49, 1990.

PALLASMAA, Juhani. *A Imagem Corporificada: imaginação e imaginário na arquitetura*. Porto Alegre: Bookman, 2013.

ROCCO, L. F. *A Mesquita de Ibn Tulun como representação da herança arquitetônica árabe*. 2008. 194f. Dissertação (Mestrado em Letras) - Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Letras e ciências Humanas, Departamento de Letras Orientais, São Paulo, 2008.

Texto recebido em: 15 de Dezembro de 2016

Aprovado em: 08 de Maio de 2017