

MATEMÁTICA, ARTE E HISTÓRIA: UM FOCO NOS DEZ LIVROS DE ARQUITETURA DE VITRUVIUS

Andrei Luís Berres Hartmann¹
Marcus Vinicius Maltempi²

RESUMO

O estudo de relações históricas entre Matemática e Arquitetura destaca a obra Dez Livros de Arquitetura elaborada por Vitruvius (85aC – 20aC), que pode subsidiar práticas interdisciplinares docentes na Educação Básica, por meio de relações entre Arte, História e Matemática. Logo, no presente artigo, objetivamos apresentar e discutir registros biográficos e históricos sobre Vitruvius e os Dez Livros de Arquitetura. Para tanto, seguimos os pressupostos qualitativos de pesquisa, sendo de caráter documental, a partir de textos de livre acesso, disponíveis em repositórios nacionais e internacionais. Ao analisarmos a constituição das obras de Vitruvius, observamos que discorrem acerca de princípios gerais da Arquitetura (Livro I) até engenharia mecânica e aplicações militares (Livro X). Outrossim, concluímos que os Dez Livros de Arquitetura enfatizam conteúdos matemáticos de geometria e aritmética nos livros, principalmente nos volumes III, VI e IX.

Palavras-chave: Educação Matemática. História da Matemática. Dez Livros de Arquitetura. Interdisciplinaridade.

INTRODUÇÃO

A Sociedade Brasileira de História da Matemática (SBHMat), fundada em 1999, tem contribuído em investigações na área de História da Matemática no Brasil, conforme apresentam Calabria e Nobre (2020). Além de ser discutida em pesquisas acadêmicas, mesmo antes da fundação da SBHMat, a História da Matemática já era ministrada na formação inicial de futuros professores de Matemática. Nesse sentido, emergem possibilidades de serem estabelecidas relações entre dois componentes curriculares da Educação Básica, a História e a Matemática.

Ao iniciarmos nossas pesquisas sobre História da Matemática, por meio de uma disciplina ofertada no Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da Universidade Estadual Paulista (Unesp), um tema que emergiu foi investigar as relações estabelecidas entre Matemática e Arquitetura. Nesse contexto, uma obra de destaque são os Dez Livros de

¹ Doutorando em Educação Matemática pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro/SP. É mestre em Educação Matemática pela mesma instituição. E-mail: andreiluis_spm@hotmail.com

² Professor da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro/SP. Pós-doutor pela Universidade de Londres e livre-docente em Educação Matemática pela Unesp. E-mail: marcus.maltempi@unesp.br

Arquitetura elaborados por Vitruvius³, que discorrem acerca de princípios gerais da Arquitetura (Livro I) até engenharia mecânica e aplicações militares (Livro X). Ao longo desses livros podem ser observadas representações e desenhos que relacionam conhecimentos arquitetônicos, matemáticos e artísticos.

Assim, compreendemos que o estudo dos Dez Livros de Arquitetura pelo professor da Educação Básica pode subsidiar práticas interdisciplinares que envolvem Matemática, Arte e História. Assumimos os apontamentos de Fazenda (1991) sobre interdisciplinaridade, ao o autor afirmar que, apesar de haverem divergências sobre este termo, seu sentido se dá pela integração de disciplinas. Ainda, de acordo com Fazenda (1992, p. 72), a interdisciplinaridade compreende:

[...] interação existente entre duas ou mais disciplinas. Essa interação pode ir da simples comunicação de idéias à integração mútua dos conceitos [...]. Um grupo interdisciplinar compõe-se de pessoas que receberam sua formação em diferentes domínios do conhecimento (disciplinas), com seus métodos, conceitos, dados e termos próprios.

Portanto, objetivamos apresentar e discutir registros biográficos e históricos sobre Vitruvius e os Dez Livros de Arquitetura. Metodologicamente, este estudo de caráter qualitativo (BORBA; ALMEIDA; GRACIAS, 2019), se classifica como uma pesquisa documental (FIORENTINI; LORENZATO, 2006). Diante do exposto, este texto se subdivide em mais quatro seções. Na primeira delas (segunda do artigo), intitulada “Vitruvius: aspectos biográficos e a constituição dos Dez Livros de Arquitetura”, discorremos sobre a biografia de Vitruvius e os principais assuntos debatidos em cada volume dos Dez Livros de Arquitetura. Essa, é seguida pelas considerações finais (terceira seção), agradecimentos (quarta seção) e referências (quinta seção).

VITRUVIUS: ASPECTOS BIOGRÁFICOS E A CONSTITUIÇÃO DOS DEZ LIVROS DE ARQUITETURA

Registros históricos indicam relações entre Matemática e Arquitetura. Segundo O’Connor e Robertson (2002) na antiguidade a Arquitetura fazia parte da Matemática, sendo criado por arquitetos padrões de azulejos bidimensionais. De acordo com esses autores, pirâmide construída por volta de 2575 a.C., em Gizé, no Egito, possui medidas aproximadas com o número de ouro (aproximadamente 1,62) e sua raiz quadrada. Além disso, O’Connor e

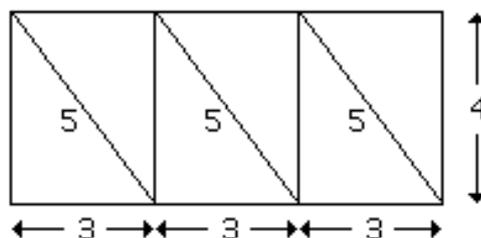
³ Neste texto, adotamos apenas Vitruvius para se referir ao autor histórico, devido pesquisas não assinalarem um consenso sobre a denominação desse.

Robertson (2002) apontam o uso de formas geométricas regulares nas construções realizadas pelos povos egípcios.

Ademais, para O'Connor e Robertson (2002), Pitágoras e sua crença de que todas as coisas são números, a partir de estudos e experimentos envolvendo proporções, influenciou arquitetos ao planejarem edifícios baseados em proporções que se utilizavam de números inteiros pequenos. Também, as medidas do Partenon, templo construído no século V a.C., se relacionam as ideias de proporções de Pitágoras, como a relação 2 : 3 e 4 : 9, além do triângulo retângulo com medidas proporcionais aos números 3, 4 e 5 (O'CONNOR; ROBERTSON, 2002).

De acordo com O'Connor e Robertson (2002), um retângulo de lados 4 e 9 foi construído a partir de triângulos retângulos, de lados 3 e 4, e hipotenusa 5 (vide Figura 1). As construções realizadas a partir do triângulo pitagórico auxiliavam na formação de ângulos retos em edifícios. Ademais, os registros históricos assinalam que o Templo de Atenas Partenon possuía 69,5m de comprimento, 30,88m de largura e 13,72m de altura, ou seja, uma proporção muito próxima de 4 : 9 na relação largura e comprimento, além da mesma proporção na relação altura e largura.

Figura 1 – Triângulo pitagórico e relações no Templo de Partenon



Fonte: O'Connor e Robertson (2002, s.p.⁴).

Outrossim, o espaço destinado em templos gregos para a exposição da estátua de seus deuses, denominado de Naos, possui 21,44m de largura e 48,3m de comprimento, que também gera a proporção 4 : 9. Ainda, afirmam que “as colunas são 1,905 m de diâmetro e a distância entre seus eixos é 4,293 m, novamente a proporção de 4 : 9 está sendo usada” (O'CONNOR; ROBERTSON, 2002, s. p.).

Também, rememoramos que os estudos pitagóricos influenciaram Platão, ao afirmar que “os edifícios deveriam ser projetados com base em princípios matemáticos” (O'CONNOR; ROBERTSON, 2002, s. p.). E, nesse contexto, uma obra que apresenta grande parte das

⁴ Sem página (s.p.).

relações de métodos matemáticos com a Arquitetura são os Dez Livros de Arquitetura de Vitruvius.

Segundo O'Connor e Robertson (2002; 2008), Vitruvius nasceu cerca de 85 a.C. e viveu até, por volta, de 20 a.C. De família romana, trabalhou no setor de engenharia do exército de César e, posteriormente, de Otaviano. Seus Dez Livros de Arquitetura foram escritos perto do fim de sua vida, tendo servido como um manual para os arquitetos até a Idade Média (período histórico entre os séculos V e XV d.C.). E, nessas obras, o autor que nos embasamos destaca tópicos matemáticos na Arquitetura, sendo que para Vitruvius:

A geometria é de grande ajuda na arquitetura e, em particular, nos ensina o uso da régua e do compasso, pelos quais especialmente adquirimos prontidão para fazer planos para edifícios em seus terrenos e aplicar corretamente o esquadro, o nível e o prumo. Por meio da ótica, novamente, a luz nos edifícios pode ser extraída de partes fixas do céu. É verdade que é pela aritmética que se calculam os custos dos edifícios e se calculam as medidas, mas as questões difíceis que envolvem a simetria são resolvidas por meio de teorias e métodos geométricos (O'CONNOR; ROBERTSON, 2008, s. p.).

Dessa forma, com o objetivo de proporcionar uma educação para jovens arquitetos, os livros de Vitruvius abordavam, por exemplo, assuntos relacionados à música e acústica, engenharia, construção e água (por exemplo, relógios de água e como encontrar água). No Quadro 1, a seguir, apresentamos uma síntese dos Dez Livros de Arquitetura de Vitruvius.

Quadro 1 – Síntese dos Dez Livros de Arquitetura de Vitruvius

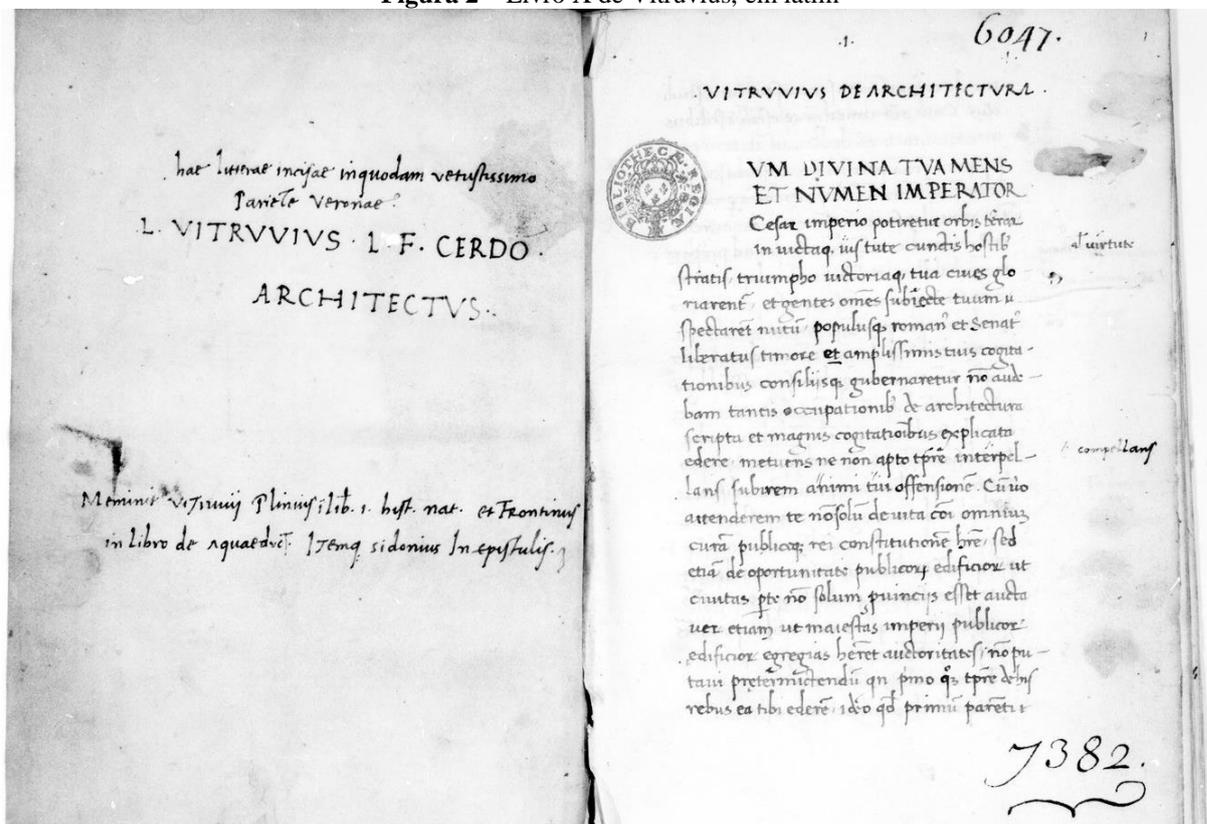
Volume	Livro	Principais assuntos
I	Princípios de arquitetura	Formação do arquiteto; análise de cidade e muralhas; direção de ruas considerando a direção dos ventos.
II	História da arquitetura e materiais arquitetônicos	Origens da arquitetura, focalizado em materiais de construção, como areia, pedra e madeira, além de métodos de construção.
III	Templos jônicos	Simetria em templos e no corpo humano; proporção de colunas.
IV	Templos dóricos e coríntios	Detalha as portas e altares dos templos focos do livro.
V	Edifícios públicos, teatros, música, banhos e portos	Focaliza na construção de edifícios públicos, como fórum, teatro e basílica.
VI	Casas da cidade e do campo	Casas de estilo romano e grego, considerando clima, simetria e proporções.
VII	Decoração de interior	Trabalhos em estuque, pintura a fresco e materiais para a produção de cores naturais e artificiais.
VIII	Abastecimento de água	Como encontrar água, águas pluviais, poços e cisternas.
IX	Mostradores e relógios	Astronomia, ferramentas matemáticas (quadrado, construção de triângulo retângulo) e, relógio de sol e de água.
X	Engenharia mecânica com aplicações militares	Máquinas para fins militares e construção de edifícios, como para levantar e transportar pesos com uso de polia e alavanca.

Fonte: Autores (2022), adaptado de O'Connor e Robertson (2002; 2008).

A partir dos dados apresentados no Quadro 1, observamos predominância de relações estabelecidas entre Matemática e Arquitetura nos livros III e VI, pelo uso de simetria e proporção, além do livro IX, que discute sobre ferramentas matemáticas, com bastante destaque as formas geométricas. De acordo com O'Connor e Robertson (2002), no terceiro livro de Vitruvius são descritos aspectos sobre a utilização de simetria e proporção em projetos de templos, sendo que as proporções corporais humanas eram consideradas importantes para almejar a beleza, logo os templos deveriam segui-las.

Ademais, nesse livro é sugerido pelo autor a utilização de círculos e quadrados em projetos arquitetônicos, por considerar essas formas como figuras perfeitas, que se aproximam da geometria do corpo humano (O'CONNOR; ROBERTSON, 2002). A título de exemplificação das obras de Vitruvius, na Figura 2, a seguir, apresentamos uma imagem do livro X.

Figura 2 – Livro X de Vitruvius, em latim



Fonte: <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/btv1b10032454n/f2.item>, acesso em 26 fev. 2022.

Segundo Cunha (2013), em espaços dos Dez Livros de Arquitetura é mencionado por Vitruvius a presença de gráficos que estariam juntos das obras, porém, não foram encontrados.

Assim, acredita-se que esses registros estavam relacionados a desenhos geométricos simples (CUNHA, 2013). Nessa mesma ótica, o estudo de Leão (2018) também revela que Vitruvius se utilizava e frisava a necessidade de conteúdos geométricos no âmbito arquitetônico, além de que arquitetos deveriam conhecer aritmética.

A geometria, por sua vez proporciona à arquitetura muitos recursos [...] ensina o uso do compasso [...] através da óptica, se orientam corretamente os vãos de iluminação nas construções, a partir de determinadas zonas da abóbada celeste. [...] através da aritmética, se calculam as despesas dos edifícios se define a lógica das medidas e se encontram soluções para as difíceis questões das comensurabilidades através da lógica e de métodos geométricos (VITRÚVIO, Tratado de Arquitetura, I, 1, 4, *apud* LEÃO, 2018, p. 188).

Apesar dessa ênfase nos aspectos geométricos e aritméticos, a visão de Vitruvius sobre a Arquitetura compreendia diversas áreas do saber, conforme aponta Baier (2020). De acordo com essa autora, Vitruvius almejava projetos arquitetônicos que se preocupassem com a qualidade de vida das pessoas. Ao discorrer sobre a Educação Matemática do arquiteto, pautada nas obras de Vitruvius, Baier (2020) assinala que no primeiro livro é indicado que o arquiteto deve possuir conhecimento de desenho e geometria, e no terceiro são estabelecidas medidas relacionados ao corpo do homem perfeito. Baier (2020, p. 10) observou que para Vitruvius “a educação matemática do arquiteto não pode estar reduzida aos aspectos técnicos dos projetos relacionados com aritmética e geometria. O conhecimento dos fatos históricos envolvidos tem crucial importância”.

Especificamente, sobre os conhecimentos matemáticos para o arquiteto revelados nas obras de Vitruvius, a partir dos apontamentos de Baier (2020), observamos que: as proporções eram necessárias nos desenhos voltados a arquitetura; custos envolvidos nas construções eram calculados por meio de conhecimentos aritméticos; o profissional de arquitetura deveria dominar assuntos de geometria como uso de régua, compasso e esquadro. Ainda, essa teórica revela que:

[...] a visão de Vitruvius sobre a educação matemática do arquiteto se alinha com o atual entendimento de educação matemática no que se refere à valorização do ensino de conteúdos matemáticos contextualizados. O campo de pesquisa da educação matemática na contemporaneidade se caracteriza pelo seu aspecto interdisciplinar, também evidenciado no tratado vitruviano, sendo o estudo dos conteúdos de aritmética e de geometria ligados com o cotidiano e relacionados com os fundamentos históricos e filosóficos da matemática (BAIER, 2020, p. 12).

Outrossim, para encerrar esta seção, sinteticamente, assinalamos que outros personagens foram importantes em estabelecerem relações históricas entre Matemática e Arquitetura, a partir do que revelam O'Connor e Robertson (2002). Brunelleschi teve trabalhos voltados ao enriquecimento arquitetônico de seu tempo e ao aperfeiçoamento das técnicas de

engenharia, sendo usadas noções de perspectiva com ênfase no efeito visual em seus projetos. Alberti foi um matemático, que por meio de seus estudos em arquitetura, desenvolveu teoria voltada à proporção.

Ademais, Bombelli e Bramer, respectivamente, investigaram números complexos e senos no âmbito arquitetônico. Através dos estudos em Arquitetura, La Hire se interessou por geometria durante o século XVII, posteriormente contribuindo nas áreas de astronomia, hidráulica, física e arqueologia. Na mesma área, no século XIX, Aronhold contribuiu em estudos voltados a geometria. E, por último, mencionamos Fuller, que no século XX utilizou de assuntos da geometria em projetos de edifícios inovadores (O'CONNOR; ROBERTSON, 2002).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste texto, objetivamos apresentar e discutir registros biográficos e históricos sobre Vitruvius e os Dez Livros de Arquitetura. A partir de um estudo documental qualitativo, analisamos textos disponíveis em repositórios nacionais (sobretudo de revistas relacionadas as áreas de Educação e Ensino) e internacionais (plataforma Mac TutorName).

Para cumprir com este objetivo, em nossa seção principal de análise, intitulada “Vitruvius: aspectos biográficos e a constituição dos Dez Livros de Arquitetura”, discorreremos sobre aspectos biográficos de Vitruvius e a constituição de sua principal obra, os Dez Livros de Arquitetura. Ao longo das leituras dos textos que foram corpus da análise, observamos que não há um consenso sobre questões diretamente relacionadas com a vivência de Vitruvius, como seu próprio nome e ano de nascimento.

Ao atentarmos nosso olhar as relações estabelecidas entre Matemática e Arquitetura, apontamos uma ênfase a conteúdos matemáticos de geometria e aritmética nos livros de Vitruvius, principalmente nos volumes III, VI e IX. E, ainda, que segundo Baier (2020), ao discorrer sobre a Educação Matemática para um arquiteto, a partir dos registros de Vitruvius, esse indicava um aspecto interdisciplinar que se pautava na abordagem de conteúdos matemáticos relacionada ao contexto dos indivíduos.

Diante do exposto, compreendemos que possam ser realizadas investigações e práticas docentes na Educação Básica que analisem os aspectos matemáticos nos Dez Livros de Arquitetura de Vitruvius. E, os relacionem com outras áreas, como História e Arte, ampliando reflexões de Baier (2020) relacionadas a Educação Matemática do arquiteto a partir de Vitruvius e a interdisciplinaridade.

AGRADECIMENTOS

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, agência financiadora da pesquisa de doutorado do primeiro autor, orientada pelo segundo.

Aos editores e avaliadores da Revista História da Matemática para Professores, pelas contribuições apresentadas a este texto.

REFERÊNCIAS

BAIER, Tânia. A educação matemática do arquiteto segundo a visão filosófica de Vitruvius. **Educere et Educare**, [S. l.], v. 14, n. 33, 2020, p. 1-14. Disponível em: <<https://e-revista.unioeste.br/index.php/educereeteducare/article/view/22517>>. Acesso em: 24 abr. 2022.

BORBA, Marcelo de Carvalho; ALMEIDA, Helber Rangel Formiga Leite; GRACIAS, Telma Aparecida de Souza. **Pesquisa em ensino e sala de aula: diferentes vozes em uma investigação**. 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2019.

CALABRIA, Angelica Raiz; NOBRE, Sergio Roberto. Sociedade Brasileira de História da Matemática. Uma história de sua criação e as contribuições ao desenvolvimento da área de pesquisa em História da Matemática no Brasil. **Revista Brasileira de História da Matemática**, [S. l.], v. 20, n. 40, p. 08-31, 2020. Disponível em: <<https://www.rbhm.org.br/index.php/RBHM/article/view/324>>. Acesso em: 24 abr. 2022.

CUNHA, Macsuelber de Cássio Barros da. Vitruvius e a escrita do De Architectura: um preceituário para um bom construtor. *In*: VI Seminário de Pesquisa da Pós-graduação em História PUC-GO/UFG, 2013, Goiânia. **Anais do VI Seminário de Pesquisa da Pós-graduação em História PUC-GO/UFG**, 2013.

FAZENDA, Ivani Catarina Arantes. **Interdisciplinaridade: Um projeto em parceria**. São Paulo: Editora Loyola, 1991.

FAZENDA, Ivani Catarina Arantes. **Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro: efetividade ou ideologia**. 2. ed. São Paulo: Edições Loyola, 1992.

FIORENTINI, Dario; LORENZATO, Sergio. **Investigação em Educação Matemática: percursos teóricos e metodológicos**. Coleção formação de professores. Campinas, SP: Autores Associados, 2006.

O'CONNOR, John J.; ROBERTSON, Edmund F. **Matemática e Arquitetura**. Mac TutorName. Escola de Matemática e Estatística da Universidade de St Andrews, Escócia. 2002. Disponível em: <<https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/HistTopics/Architecture/>>. Acesso em: 20 fev. 2022.

O'CONNOR, John J.; ROBERTSON, Edmund F. **Marco Vitruvius Pólio**. Mac TutorName. Escola de Matemática e Estatística da Universidade de St Andrews, Escócia. 2008. Disponível em: < <https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Vitruvius/>>. Acesso em: 20 fev. 2022.

LEÃO, Natália Munaro de. Vitruvius: a escrita de um arquiteto antigo – século I a.c. **Oficina do Historiador**, v. 11, n. 2, p. 183-198, 18 dez. 2018. Disponível em: < <https://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/oficinadohistoriador/article/view/27055> >. Acesso em: 24 abr. 2022.

Submetido em: 27 de abril de 2022.
Aprovado em: 02 de agosto de 2022.