
**MATEMÁTICA EM CONTEXTO E APLICAÇÕES: CONEXÕES ENTRE
ARTE E MATEMÁTICA**
**MATHEMATICS IN CONTEXT AND APPLICATIONS: CONNECTIONS
BETWEEN ART AND MATHEMATICS**

Adílio Jorge Sabino¹ Página | 5Idemar Vizolli²

RESUMO

A Matemática e a Arte estão diretamente ligadas à vivência humana. O presente trabalho tem como objetivo verificar possíveis conexões entre Arte e Matemática presentes em livros didáticos do Ensino Médio utilizados por professores do Instituto Federal do Pará – Campus Conceição do Araguaia. O estudo foi organizado em duas etapas: na primeira analisa-se imbricações e rupturas nas relações históricas entre Arte e Matemática; na segunda estuda-se o modo como é abordada a Arte nos livros didáticos de Matemática. A metodologia utilizada se consistiu de um estudo bibliográfico, de abordagem qualitativa, em que resenha-se aspectos de Artes e Matemática. Os resultados indicam um distanciamento da relação entre essas duas áreas de conhecimento, ainda que, em diversos momentos da história, elas se inter-relacionavam. São raras e elementares as abordagens entre Arte e Matemática apresentadas nos livros didáticos analisados e tampouco exploram possibilidades de aprendizagens de conceitos na e entre as áreas de conhecimento.

Palavras-chave: Arte, Matemática, Livros didáticos.

ABSTRACT

Mathematics and Art are directly linked to human experience. The present work aims to verify possible connections between Art and Mathematics present in high school textbooks used by professors of the Instituto Federal do Pará - Campus Conceição do Araguaia. The study was organized in two stages, in the first one analyzes the imbrications and ruptures in the historical relations between Art and Mathematics; in the second one, the way in which Art is approached in the textbooks of Mathematics is studied. The methodology used consisted of a bibliographical study, with a qualitative approach, in which aspects of Arts and Mathematics are reviewed. The results indicate a distancing of the relation between these two areas of knowledge, although, at different times in history, they interrelated. The approaches between Art and Mathematics presented in the textbooks analyzed are rare and elementary, nor do they explore possibilities for learning concepts in and between the areas of knowledge.

Keywords: Art, Mathematics, Didactic books.

¹Mestrando em Educação pela Universidade Federal do Tocantins. E-mail: adilio.sabino@ifpa.edu.br

² Professor na Universidade Federal do Tocantins. E-mail: idemar@mail.uft.edu.br

1. ARTE EM CONTEXTOS E APLICAÇÕES

Ao longo de sua história a humanidade construiu um legado de aprendizado, conhecimento e desenvolvimento, culminando no que denominamos de cultura. Por estarem intimamente ligadas à essência da humanidade, a Arte e a Matemática destacam-se na produção desse legado de conhecimentos que acompanha a evolução da humanidade e ainda se faz muito presente na atualidade.

O papel que a Matemática vem desempenhando é de extrema importância não somente para a comunidade científica, mas principalmente para a formação humana. Conceitos e teorias matemáticas fazem parte do contexto social, inclusive nas mais simples ou complexas atividades humanas. Por mais que essa área de conhecimento esteja presente nas relações humanas, uma grande parcela da sociedade ainda possui dificuldades para perceber a importância da Matemática nas relações sociais e culturais. Os obstáculos encontrados no ensino desta ciência têm despertado a preocupação de especialistas, que, com o objetivo de (re)significá-la, buscam novas estratégias de ensino a fim de despertar o interesse para os aspectos do desenvolvimento humano (LARA, 2003).

A Arte, entre outras formas de manifestações culturais, se configura como uma alternativa viável para agregar valores sociais ao ato de educar, de ensinar e de aprender. Neste sentido, os docentes podem encontrar na Arte uma possibilidade a ser inserida na metodologia de ensino, de modo a tornar o ensino de Matemática mais atrativo aos estudantes. É importante evidenciar que o estudante criativo não é somente o que desenha, pinta, faz modelagem, ou interpreta bem uma peça teatral; ser criativo vai muito além da arte. Tal característica abrange a Ciência, a Matemática, a História e as demais disciplinas curriculares (REVERBEL, 2002; LARA, 2003).

A riqueza do trabalho artístico oferece uma grande vantagem didática e pedagógica como ilustração para o estudo da matemática. Identifica-se e comprova-se aqui a beleza e a utilização das ideias matemáticas manifestadas em trabalhos artísticos nos quais matemática e arte complementam-se. (FAINGUELEARN; NUNES, 2006, p. 28)

Este estudo desenvolvido na perspectiva de vislumbrar conexões entre Arte e Matemática foi organizado em duas etapas: na primeira, buscou-se estabelecer imbricações e rupturas entre a Matemática e a Arte ao longo da história; e na segunda, analisa-se a abordagem da Arte nos livros de Matemática que são utilizados no Instituto

Federal do Pará – Campus Conceição do Araguaia. Assim, analisou-se as relações entre Arte e Matemática presentes em três volumes de livros didáticos da coleção “Matemática: Contexto e Aplicações” de Luiz Roberto Dante.

Para a consecução deste estudo estabeleceu-se como objetivo verificar possíveis conexões entre Arte e Matemática presentes em livros didáticos do Ensino Médio utilizados por professores do Instituto Federal do Pará, Campus Conceição do Araguaia.

Trata-se de uma pesquisa de abordagem qualitativa desenvolvida por meio de um estudo bibliográfico. Para Guerra (2014) o pesquisador adota o método qualitativo quando objetiva a compreensão dos fenômenos que estuda, como as ações dos indivíduos, grupos ou organizações dentro de um determinado ambiente ou contexto social. Dessa forma permite a interpretação segundo as perspectivas dos próprios sujeitos, sem levar em consideração a representação numérica, estudos estatísticos e relações sistêmicas de causas e efeitos. Enfatiza ainda, que os adeptos desse tipo de pesquisa evidenciam a experiência humana valorizando a forma com que as pessoas interagem, interpretam e constroem sentidos.

A pesquisa bibliográfica é aquela que se realiza a partir do registro disponível, decorrente dos registros anteriores, em documentos impressos, como livros, artigos, teses etc. Utiliza-se de dados ou de categorias teóricas já trabalhados por outros pesquisadores e devidamente registrados. Os tornam-se fontes dos temas a serem pesquisados. O pesquisador trabalha a partir das contribuições dos autores dos estudos analíticos constantes dos textos. (SEVERINO, 2007, p. 122).

As análises dos livros didáticos de Matemática propostas neste estudo foram organizadas da seguinte maneira: no primeiro momento foi realizada uma resenha descritiva demonstrando as relações, imbricações e rupturas em detrimento do uso de obras de arte, em cada volume, da coleção adotada pelos professores de Matemática do IFPA. Posteriormente elaboramos um quadro contendo relações/imbricações/rupturas de modo a sintetizar as análises.

A opção pela escolha desse objeto de estudo se deve fundamentalmente a dois fatores interconectados: que os livros didáticos se constituem importantes aliados ao processo de ensino e aprendizagem, mas comumente não se dá a devida atenção às conexões entre Arte e Matemática; e que estas áreas do conhecimento se constituem na mola propulsora para o desenvolvimento da humanidade, e são raros os estudos que tematizam as possibilidades de suas imbricações ao processo de ensino e aprendizagem.

2. IMBRICAÇÕES E RUPTURAS ENTRE A MATEMÁTICA E A ARTE

Ferrari *et al* (2013), atestam que os registros pré-históricos encontrados nas cavernas que abrigavam grupos de primatas podem ser considerados como o início da Arte. O homem primitivo ao retratar animais e cenários de seu habitat inicia a organização do seu espaço utilizando-se da Arte e da Matemática.

A Matemática engloba mais que apenas números. A abstração dos números e a formação das operações elementares (adição, subtração, multiplicação e divisão) assinalam o nascimento da matemática. Entre nossos ancestrais do período paleolítico (cerca de 30 mil anos atrás), já havia indícios de contagem rudimentar e até agrupamento numérico, ou seja, de uso rudimentar de base. (ATALAY, 2009, p. 49)

Em algum momento da história da humanidade a Arte e a Matemática se ramificam e acabam se afastando, fazendo com que a relação entre elas não se tornasse tão evidente quanto nos primórdios da humanidade.

Para Zaleski Filho (2013), aproximadamente 5 (cinco) séculos antes de Cristo, a população da Grécia desenvolveu uma intensa criatividade mitológica com a finalidade de explicar as questões da existência humana. A filosofia surgiu como um contraponto ao pensamento mitológico, desenvolvendo estudos sobre o bem, a virtude, o belo e a lei da justiça, introduzindo pontos de vista reflexivo-crítico que a caracteriza.

Costa (2004) evidencia a estreita relação do surgimento das formas de expressão da Arte com a influência de divindades, nessa perspectiva podemos destacar a mitologia grega e a utilização da música e do teatro em cerimônias e rituais de exaltação aos deuses gregos, bem como suas representações por meio das esculturas.

“Os historiadores da filosofia afirmam que a filosofia surgiu como uma forma de explicar o mundo em contraposição às formas narrativas mitológicas” (GHIRALDELLI JÚNIOR, 2008, p. 14). Para tanto, era necessário desmistificar os aspectos ficcionais utilizados de forma abrangente nas narrativas mitológicas.

O mito proporcionaria a um povo a comunhão em um assunto, de modo a dar a cada indivíduo de sua comunidade uma boa parte do que ele precisaria saber para se sentir membro de uma sociedade. Isso daria coesão à comunidade. Mas não é esse aspecto socializador e unificador do mito que importa quando queremos relacioná-lo à função original da filosofia. Não é errado dizer que o mito teria antes de tudo uma função explicativa, tanto quanto a filosofia, e que por isso os filósofos deram combate às narrativas mitológicas, pois seriam narrativas competidoras com as suas próprias narrativas. Todavia, seriam narrativas incapazes – como os filósofos enfatizaram – de fazer a distinção entre o real e o ilusório ou meramente aparente (ou ficcional). A Filosofia, por sua vez, teria nascido para fazer tal distinção e, mais que isso, deveria ser capaz de explicar por que tomamos o ilusório pelo real, se é que de fato fazemos essa

inversão. Assim a filosofia teria vindo de uma articulação e ao mesmo tempo de um rompimento com o mito. (GHIRALDELLI JÚNIOR, 2008, p. 14)

Ferrari *et al* (2013), fazem considerações a respeito da *mimesis*, palavra grega que significa cópia, reprodução, representação ou imitação. Platão acreditava que a mimese era uma forma de retratar a natureza, um reflexo da vida, que nada mais era do que a representação do mundo das ideias. Aristóteles afirmava que a arte é a manifestação poética da vida e que esse conhecimento é fruto da percepção dos sentidos, inspiração criadora para os artistas e que a arte imita a vida de maneira sublime, surgindo o conceito de belo na arte.

A **estética** como um ramo de discussão filosófica, atua sobre o papel da arte na vida, sua natureza, seus valores e suas concepções, e discute compreensões de beleza ao longo dos tempos.

A **poética** é um ramo da arte que estuda a qualidade das obras artísticas em função de como são produzidas, o que expressam e o que provocam na sociedade. Para os gregos existiam normas para dizer se uma obra é poética ou não. Podemos dizer que a poética é o modo singular com que fazemos as coisas, ou ainda o jeito particular com que fazemos arte. A poética representa a ideia dos artistas. (FERRARI *et al*, 2013, p. 21)

Sócrates (470-399 a.C.) foi o responsável para que a estética e a poética também se tornassem apreciação das Artes. Platão (427-347 a.C.) discípulo de Sócrates, criador do Mito da Caverna, narra a história de que humanos que nasceram e viveram confinados no mundo inferior (caverna), vislumbravam a realidade apenas por meio das frestas por onde passavam feixes de luzes. A libertação da caverna só poderia ocorrer por meio da sabedoria, da razão e da consciência. O homem que fosse capaz de se libertar e tentasse retornar para auxiliar seus antigos companheiros correria o risco de ser assassinado por eles. Por essa razão Platão não acreditava na elevação da consciência por meio da Arte, vez que essa era uma missão específica dos filósofos. (ZALESKI FILHO, 2013)

O período decadente da filosofia grega coincide com o declínio do mundo grego. Esse período se inicia no século II a.C. e perdura até meados do século V d.C., quando surgem as estruturas que fundamentam a Idade Média. Duas escolas filosóficas marcaram esse período: a Patrística, cuja principal característica era defender os ideais cristãos em detrimento aos pagãos sob a liderança de Santo Agostinho; e a Escolástica, de São Tomás de Aquino, conciliava a fé e a razão, representação da sociedade medieval numa perspectiva hierárquica e dogmática. (ZALESKI FILHO, 2013).

O audiovisual *Arte e Matemática* (2000), evidencia que na Idade Média, a influência da igreja na produção artística era muito presente. A igreja utilizava da Arte como forma de transmitir e manter vivo os preceitos cristãos difundidos por ela. Nessa época, o acesso à leitura e à escrita ainda era limitado a determinadas classes sociais, fazendo com que a Arte fosse uma maneira crucial para a propagação dos preceitos cristãos. Ainda não estavam presentes nas obras os conceitos matemáticos da perspectiva.

Uma das mais notáveis influências da arte sobre a matemática ocorreu no Renascimento. Até então, as gravuras e as pinturas eram “bidimensionais”. A partir dessa época, os artistas dominaram a técnica de projetar em uma tela plana figuras e ambientes em três dimensões. Surgia a noção de perspectiva. Ao tentar compreender os princípios que governavam o processo de projeção e perspectiva, os matemáticos criaram uma nova geometria, a chamada geometria projetiva. Com ela, surgiram e desenvolveram-se diversos conceitos indispensáveis, que depois foram adaptados a diversas outras instâncias da matemática, das ciências, da engenharia, da arquitetura e das artes. (FAINGUELEARN; NUNES, 2006, p. 19)

O Renascimento caracterizou-se como um notável movimento no campo artístico, científico e cultural que determinou a transição entre a Idade Média e a Moderna. Denota um momento de tênues mudanças nos valores difundidos pelo pensamento medieval. Tal movimento proporcionou uma nova visão em relação ao conjunto de temas e interesses no segmento científico e cultural da época, não significando uma ruptura radical com as características medievais.

Talvez o nome mais conhecido do Renascimento seja o do brilhante pintor, escultor, desenhista, arquiteto e geômetra: Leonardo da Vinci (1452-1519). Seu *Trattato del la pittura* começa com a seguinte advertência: “Que ninguém que não seja matemático leia minhas obras”. (FAINGUELEARN; NUNES, 2006, p. 19)

Neste período, a Arte recorre ao auxílio da Matemática na busca da precisão em suas representações. As grandes navegações e a instituição do comércio são fatores que favorecem a estruturação do sistema de numeração que utilizamos até os dias atuais. É importante ressaltar que durante a antiguidade e toda a Idade Média as operações eram realizadas por meio do ábaco³.

A Álgebra e a Aritmética do Renascimento jamais se utilizam de fórmulas, ao contrário, oferecem regras e dão exemplos em analogia ao que faz a Gramática,

³Instrumento criado para facilitar os cálculos matemáticos. Ele é formado por fios paralelos e contas deslizantes, as quais podem representar unidades, dezenas, centenas e milhares. O **ábaco** foi um dos primeiros instrumentos de cálculo inventados pelo homem: originário na cultura oriental, o artefato foi espalhando-se pelo mundo até ser possível encontrar diversas variantes, como a versão russa, grega, romana, asteca, entre outras.

que nos diz as regras que devemos seguir e os exemplos que devemos aceitar e aplicar as variações, como no caso dos substantivos e as conjugações para os verbos. Em Aritmética e Álgebra, como na Gramática, esses exemplos transformam-se em modelos sem jamais se transformarem em fórmulas. O pensamento do algebrista, igual ao pensamento do gramático, permanece semiconcreto, seguindo a regra geral, mas operando sobre casos – palavras ou números – concretos. (ZALESKI FILHO, 2013, p. 46)

Os artistas renascentistas acreditavam que a Arte expressava tudo o que era essencial e perfeito, para tanto, buscavam reproduzir a natureza em todas as suas obras. Essa concepção passou a vigorar a partir do Renascimento, e, para que alcançasse êxito, contou com a colaboração de nomes como Leonardo da Vinci (1452-1519), Giordano Bruno (1548-1600) e Galileu (1564-1642). Galileu afirmava que a natureza é um livro escrito utilizando a Matemática e que suas palavras são as figuras geométricas.

O início da idade contemporânea tem como marco a Revolução Francesa, caracterizada pela revolução industrial, representando uma ameaça ao campo das artes, tornando gradativamente escasso o trabalho manual realizado pelos artesãos, vez que ele passaria a ser realizado por máquinas. Para Zaleski Filho (2013, p. 57), “a arte pela primeira vez tinha por finalidade expressar a individualidade”. Nesse período, a arte se aproxima dos homens visando demonstrar lisura, criatividade, estética e pensamento artístico.

Boyer (1974) caracteriza o século XIX como “A idade de ouro da Geometria”. Durante a Revolução Francesa, os estudos relacionados à geometria tiveram grande incentivo por parte da Escola Politécnica de Paris. A ampliação do pensamento matemático gerou resultados que representaram grandes avanços para a humanidade e outros foram desastrosos para o mundo.

Foi um período em que houve uma mudança sem precedentes no modo em que a maioria das pessoas vivia, de inovações tecnológicas, sociais, políticas, econômicas como nenhum outro na história do homem. Só na Segunda Guerra Mundial (1939-1945), aproximadamente 57 milhões de pessoas aproximadamente morreram. (ZALESKI FILHO, 2013, p. 61).

O audiovisual “Matemática - Guernica e sua proporções”, trata da obra de arte de Pablo Picasso, o qual busca cumprir uma função social, retratando os horrores sofrido pela Espanha durante a Guerra Civil e com a ditadura franquista. Em 1937 a pequena aldeia de Guernica, com aproximadamente sete mil habitantes, foi violentamente bombardeada pelas forças aéreas nazistas que apoiavam o General Francisco Franco, resultando em centenas de pessoas mortas, causando indignação pelo mundo. Em Paris,

cerca de 1(um) milhão de pessoas foram às ruas para se manifestar contra o ataque; entre elas o pintor Pablo Picasso. Guernica resulta das manifestações das ruas e possui características de figuras de formas desarmoniosas, portanto, subjetivas, o que a caracteriza como obra cubista.

O audiovisual sugere a utilização da obra para a representação das dimensões cotidianas, utilizando do conceito de polígonos semelhantes como modo de trabalhar a geometria plana. Sugere a transposição da obra Guernica para a capa do caderno ou até mesmo para o muro da escola, ao que nos remete aos conceitos de razão, proporção e escala.

Sabemos que não existe um caminho único e/ou melhor para o ensino de qualquer disciplina, em particular a matemática. Contudo, temos observado uma mudança significativa de postura, interesse e participação criadora dos alunos durante as aulas. Eles se libertaram da cópia, da repetição de técnicas, e passaram a criar, demonstrando maior interesse pela matemática e uma facilidade crescente com relação à construção e à aplicação dos conceitos geométricos. (FAINGUELEARN; NUNES, 2006, p. 36)

3. ARTE EM CONTEXTO E APLICAÇÕES: CONEXÕES ENTRE ARTE E MATEMÁTICA

No primeiro volume da Coleção “Matemática: Contexto e Aplicações” observa-se uma tentativa de relacionar a matemática com a arte. Embora essas relações aconteçam de forma superficial e geralmente nas introduções dos conteúdos, não há continuidade no estabelecimento de vínculos no decorrer do desenvolvimento do conteúdo do tema abordado.

Ao tratar dos conjuntos numéricos, Dante (2013), destaca que os números estão presentes na natureza, na arte, na literatura, na música e na arquitetura, recorrendo à obra Mona Lisa de Leonardo da Vinci (1452–1519), cuja obra é inspirada fortemente na razão áurea. O autor também se refere ao monumento Partenon, localizado em Atenas, na Grécia, construído por volta de 440 a.C., cuja divisão entre a medida da largura e altura resulta em 1,6 m. aproximadamente (razão áurea). No texto introdutório do capítulo do livro, Dante (2013), apresenta o violino Stradivarius, conhecido pela qualidade do som. Seu construtor seguia uma simetria perfeita, ou seja, o comprimento total do violino dividido pelo comprimento do tampo também resultaria no número de ouro.

A opção por um ensino que entenda que sua função vai além da introdução dos saberes culturalmente organizados e que, portanto, deve abranger não só a formação em determinadas capacidades cognitivas, mas alcançar o maior

desenvolvimento da pessoa em todas as suas capacidades implica que as estratégias de ensino, os tipos de agrupamento e o próprio papel do professor, assim como a organização de conteúdos, possuem certas características que possibilitem esse desenvolvimento global. (COLL et al., 1997, p.181)

Embora Dante (2013), cite o Partenon e o violino Stradivarius, ao tratar do conjunto dos números irracionais apresenta a obra Mona Lisa de Leonardo da Vinci, novamente fazendo menção ao número de ouro – razão de ouro, também conhecido como razão áurea, sem explorar de forma mais detalhada as devidas.

Ao introduzir os conceitos de função afim e função quadrática, Dante (2013), utiliza a imagem da Igreja São Francisco de Assis localizada em Belo Horizonte –MG, para retratar parábolas.

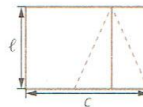


Figura 1 – Igreja São Francisco de Assis, Belo horizonte, 2011.
Fonte: DANTE, 2013, p.71.

Ao tratar de função quadrática, Dante (2013), faz uso da imagem do Partenon Grego, como mera ilustração e sem relação implicada com o conjunto da atividade, e propõe um desafio usando o conceito de retângulo áureo.

28. **DESAFIO** O retângulo áureo, ou de ouro, grego é um retângulo especial em que valem as relações entre comprimento (c) e largura (ℓ):

$$\frac{c}{\ell} = \frac{\ell}{c - \ell} \leftarrow \text{proporção áurea}$$



A proporção áurea, como vimos no capítulo 1 deste volume, pode ser observada na natureza, nas artes e nas construções. Por exemplo, o templo grego Partenon tem suas medidas apoiadas na proporção áurea.



Vista do Partenon, em Atenas, Grécia.

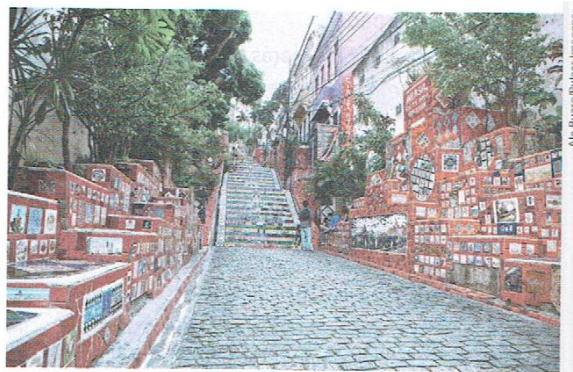
Se considerarmos $c = 1$, a proposta será:

$\frac{1}{\ell} = \frac{\ell}{1 - \ell} \Rightarrow \ell^2 + \ell - 1 = 0$. A raiz positiva dessa equação é chamada **número de ouro**. Qual é esse número?

Figura 2 – Desafio sobre o número de ouro.
Fonte: DANTE, 2013, p. 112.

Em uma atividade sobre termos de uma Progressão Aritmética, o autor utiliza uma questão que aborda a escadaria do convento de Santa Tereza no Rio de Janeiro, a qual foi

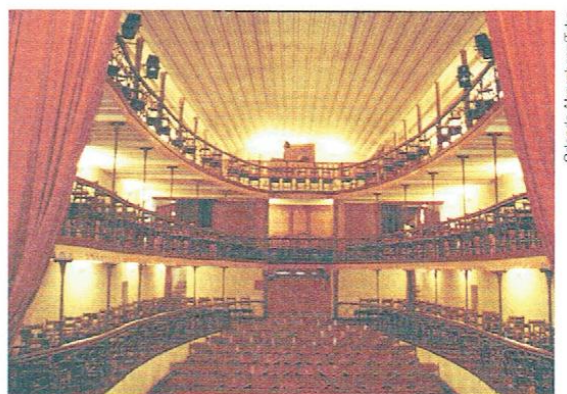
decorada pelo artista chileno Jorge Selarón (motivo pelo qual é conhecida como escadaria Selarón). Observa-se que proposição da atividade, o autor se atém a detalhes, como a quantidade de degraus (215), mas não explora informações relativas ao contexto artístico da atração turística.



Escadaria do Convento de Santa Teresa, Rio de Janeiro, RJ.

Figura 3 – Escadaria do Convento de Santa Tereza.
Fonte: DANTE, 2013, p. 216.

Dante (2013, p. 219), utiliza uma imagem da casa da ópera de Ouro Preto, Minas Gerais, em uma atividade que trata da soma dos termos de uma progressão Aritmética, qual seja: “Um teatro possui 12 poltronas na primeira fileira, 14 na segunda e 16 na terceira; as demais fileiras se compõem na mesma sequência. Quantas fileiras são necessárias para o teatro ter um total de 620 poltronas?”.



Casa da Ópera, Ouro Preto, Minas Gerais.

Figura 4 – Casa da ópera de Ouro Preto -MG.
Fonte: DANTE, 2013, p. 219.

Quando relacionamos a imagem com o enunciado da atividade percebemos que ela foi utilizada como uma mera ilustração sem relação direta que implicasse na solução da situação. Em outros termos, pode-se dizer que a imagem pouco contribui no processo de obtenção de dados e/ou que conduzem à resposta do que foi perguntado.

Na seção Pensando no ENEM, volume dois da coleção Contexto e Aplicações, Dante (2013), apresenta a imagem do Centro Cultural Oscar Niemeyer, localizado em Goiânia, GO. O autor menciona a utilização do espaço do centro cultural para o desenvolvimento de atividades como teatro, dança, museu, biblioteca e também um monumento aos direitos humanos. Em seguida apresenta a atividade informando as características estruturais e arquitetônicas dos prédios. A questão central é direcionada ao Monumento aos Direitos Humanos, cuja obra possui o formato de uma pirâmide com altura de 75 m. O comando da questão encaminha o estudante a determinar o perímetro da fachada do monumento (formato triangular), cuja medida de um lado (cateto) é 50m e a hipotenusa mede 100m, formando entre si, um ângulo de 60° .



Centro Cultural Oscar Niemeyer, em Goiânia, GO.
O projeto arquitetônico é do próprio Niemeyer.

Figura 5 – Centro Cultural Oscar Niemeyer, Goiânia, GO.

Fonte: DANTE, 2013, p. 66.

Ao introduzir o conteúdo de Geometria Plana e Espacial, Dante (2013), trata da arte milenar japonesa do Origami, que consiste na criação de figuras geométricas para representar objetos, animais e seres humanos. Para a confecção dessas figuras utiliza-se a dobradura.



Figura 6 – Unidade 3 – Geometria Plana e Espacial
Fonte: DANTE, 2013, p. 132-133.

Para introduzir o conteúdo, o autor lança mão da técnica do origami modular, indicando que podem ser construídos os cinco poliedros de Platão. Evidencia ainda que ser abordados outros conceitos da geometria, como plano, pontos, retas paralelas, retas concorrentes, bissetriz, diagonal e ângulos, os quais podem ser visualizados nas linhas que ficam demarcadas no papel pelas dobraduras.

Na seção “Exercícios resolvidos”, Dante (2013), faz uso de uma questão do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), a qual menciona o uso do tangram – quebra-cabeça chinês, formado por sete peças: 5 (cinco) triângulos retângulos e isósceles, 1 (um) quadrado e 1(um) paralelogramo. A atividade com as peças do tangram é composta por (três) figuras: um quadrado, a em que as peças do tangram são obtidas ao recortar um quadrado; um hexágono em que destaca os lados AB; e uma casinha. A pergunta reside em calcular a área da casinha, sabendo-se que a medida AB do hexágono é de 2cm.

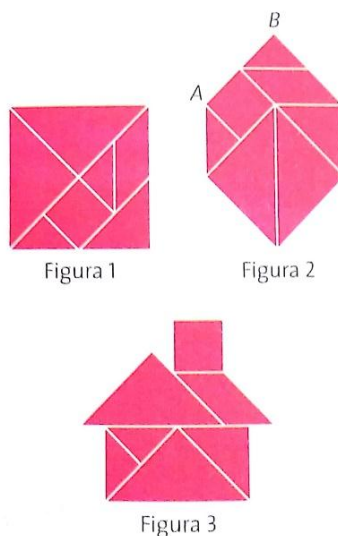


Figura 7 – Tangram.
Fonte: DANTE, 2013, p. 147.

O autor propõe a resolução da atividade por meio de tópicos: lendo e compreendendo – trata da interpretação do problema; planejando a solução – o autor organiza as informações colhidas na questão; executando o que foi planejado – quando sugere a resolução da questão; emitindo a resposta – consiste na apresentação da alternativa correta; e ampliando o problema – outras reflexões, bem como discussão em equipe e pesquisa sobre jogos e brincadeiras.

Na introdução do conceito de Geometria espacial de posição Dante (2013), trata da influência da arquitetura, sobretudo nas construções contemporâneas que comportam uma série de conceitos físicos e matemáticos, aos quais o autor do Livro Didático não dá a devida atenção. O autor apresenta uma fotografia do Museu de Arte de São Paulo Assis Chateaubriand (MASP), o qual foi projetado pela arquiteta Lina Bo Bardi. A característica destacada por Dante (2013), reside no fato de o prédio possuir um dos maiores vãos livres de concreto do mundo, ser um dos mais importantes símbolos da cidade de São Paulo e situar-se na Avenida Paulista.

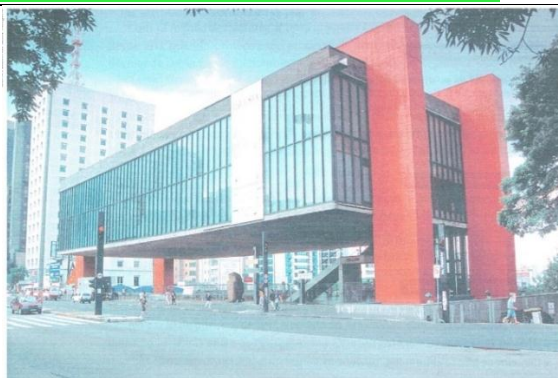


Figura 8 – Museu de Arte de São Paulo Assis Chateaubriand.
Fonte: DANTE, 2013, p. 158.

Ao elucidar a ideia de retas oblíquas e perpendiculares a um plano, Dante (2013), apresenta uma seção de curiosidades intitulada “Você sabia?”, a qual contém a imagem do monumento Obelisco, localizada em São Paulo, o qual homenageia os heróis da revolução constitucionalista de 1932. Dante (2013), destaca a ideia de uma reta perpendicular a um plano e utiliza a imagem da Torre de Pisa, na Itália, para dar ideia de reta oblíqua ao plano. As imagens cumprem seu papel como exemplo de conteúdo matemático, porém o conceito artístico dos dois monumentos é abordado de forma superficial.



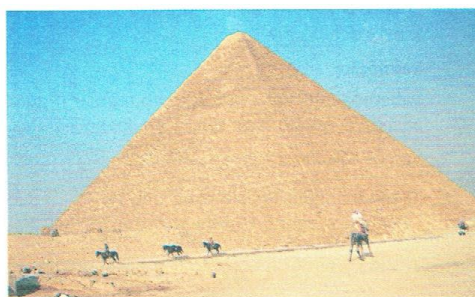
Figura 9 – Obelisco e Torre de Pisa.
Fonte: DANTE, 2013, p. 158.

Ao abordar os conceitos de “Poliedros: prismas e pirâmides” Dante (2013), apresenta uma imagem da seção do Museu da Ciência de Londres, dedicada exclusivamente a poliedros. Porém, só explora outras questões relativas ao museu, nem dá a devida atenção aos conteúdos matemáticos possíveis de serem explorados a partir da imagem.



Figura 10 – Museu da Ciência de Londres, Inglaterra.
Fonte: DANTE, 2013, p. 183.

“A pirâmide de Quéops é conhecida como a Grande Pirâmide do Egito. Sua base tem aproximadamente 230 m de aresta e sua altura é de 137 m. Qual é o volume dessa pirâmide?” (DANTE, 2013, p. 210). O autor utiliza das dimensões da pirâmide de Quéops de forma aproximada, uma vez que essas dimensões variaram ao longo dos séculos. Estima-se que quando foi construída, a pirâmide possuía aproximadamente 146m. Da forma como a atividade foi exposta, não necessitaria da imagem para a resolução, posto que o autor utiliza superficialmente as informações em relação a pirâmide de Quéops, perdendo a oportunidade de explorar elementos históricos e artísticos.



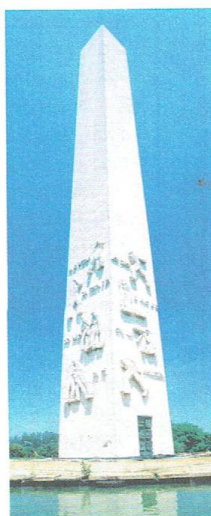
Pirâmide de Quéops.

Figura 11 – Pirâmide de Quéops.
Fonte: DANTE, 2013, p. 210.

Ao tratar de tronco de pirâmides, Dante (2013), utiliza novamente uma foto do Obelisco aos Heróis, agora trazendo informações históricas acerca do monumento, o que poderia ter sido feito por ocasião da apresentação do monumento. O monumento de 1932 possui formato de um tronco de pirâmide e foi construído para homenagear aos que morreram na Revolução Constitucionalista de 1932.

64. História

Em São Paulo, no Parque do Ibirapuera, há um monumento de concreto chamado Obelisco aos Heróis de 1932, uma homenagem aos que morreram na Revolução Constitucionalista de 1932. Esse monumento tem a forma de um tronco de pirâmide (foto ao lado) e tem 72 m de altura. Suas bases são quadrados de arestas 9 m e 7 m. Qual é o volume de concreto usado na construção desse monumento?



Obelisco aos Heróis.

Figura 12 – Obelisco aos Heróis.

Fonte: DANTE, 2013, p. 213.

No campo da Arquitetura, desde os mais remotos tempos, a forma redonda foi muito prestigiada. Vários castelos construídos ao longo da História apresentavam torres cilíndricas, próprias do estilo gótico, além de coberturas em formato cônico, úteis em países sujeitos a nevascas por favorecerem o escoamento da neve (DANTE, 2013, p. 215).

Mais uma vez o autor emprega o campo da arquitetura e cita inclusive o estilo gótico em seu livro. Contudo, sem explorá-lo na composição dos conteúdos e nem em enunciados de atividades, ainda que aparentemente seja uma informação interessante, permanece solta dentro de uma proposta de contextualização em educação matemática.



Figura 13 – Castelo Neuschwanstein, Alemanha.

Fonte: DANTE, 2013, p. 215.

Ao abordar o conceito de esfera, na seção “Pensando no ENEM”, Dante (2013), apresenta a figura do globo da morte. Trata-se de uma espécie de jaula esférica, construída em aço, no interior da qual motoqueiros pilotam motos.

Nesta questão o estudante precisa supor a existência de um foco de luz no centro da parte superior do globo, focando perpendicularmente ao chão, e que um motoqueiro esteja percorrendo uma circunferência na vertical. Deseja-se saber o trajeto formado pelo motoqueiro mediante o foco de luz. A questão contextualiza e situa o estudante no universo circense e as imagens, nesse caso, são de extrema importância para a compreensão e resolução da questão.

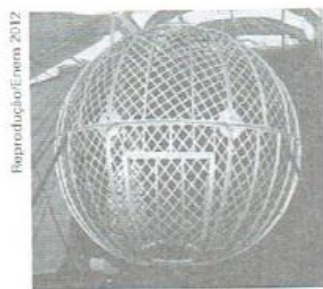


Figura 1

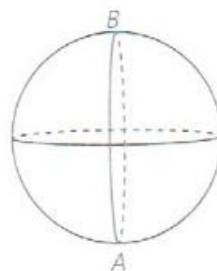


Figura 2

Figura 14 – Globo da morte.
Fonte: DANTE, 2013, p. 237.

No volume três da coleção “Matemática - Contexto e aplicações”, Dante (2013), utiliza poucas imbricações entre a Arte e a Matemática, possivelmente pela complexidade de conteúdos abordados nessa edição. A primeira delas ao tratar de “Geometria analítica: a circunferência”, o autor utiliza a fotografia de uma ponte em Hamburgo, Alemanha, a qual tem forma de um arco de circunferência. A ponte permite a elaboração de um modelo matemático para expressar as coordenadas cartesianas.



Ponte em Hamburgo, Alemanha.

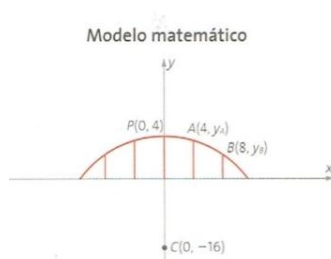


Figura 15 – Ponte em Hamburgo, Alemanha e seu modelo matemático.
Fonte: DANTE, 2013, p. 104.

Para introduzir o conceito de “Polinômios e equações algébricas”, o autor usa a citação a seguir, acompanhada da imagem da Tábua de argila.

Registros feitos em tábuas de argila mostram que os babilônios conheciam o método para resolver qualquer equação do 2º grau. Plimpton 322 é uma tábua de argila, escrita aproximadamente entre 1900 e 1600 a.C., que contém ternas pitagóricas em escrita cuneiforme. (DANTE, 2013, p.170)

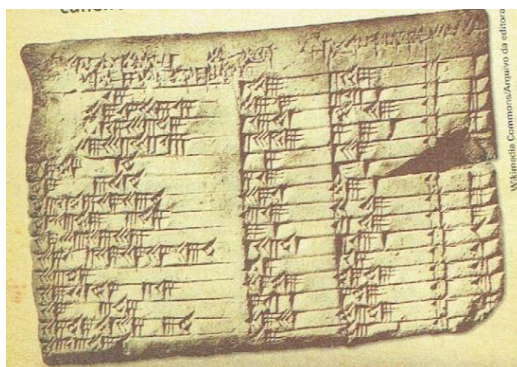


Figura 16 – Tábua de argila, Babilônia 1900-1600 a.C.

Fonte: DANTE, 2013, p. 170.

A imagem para ilustrar a citação, sem um aprofundamento do conteúdo da tábua de argila e o modo como realizavam a solução de situações matemáticas, serve somente como ilustração, o que eu pouco ou nada contribui com a exploração de conteúdos matemáticos.

Na seção “Outros Contextos”, Dante (2013, p. 198), traz um poema de Millôr Fernandes: “Poesia Matemática”. O poema emprega termos matemáticos para tecer seu texto carregado de subjetividade e emoção. Como o próprio nome já faz referência, o termo poesia está diretamente ligado à percepção do receptor, portanto Dante (2013), trabalha com o texto de forma a desvelar a fruição que ocorre com os estudantes.

[...]“Quem és tu?”, indagou ele
em ânsia radical.
"Sou a soma do quadrado dos catetos.
Mas pode me chamar de Hipotenusa."
E de falarem descobriram que eram
(o que em aritmética corresponde
a **almas irmãs**)
primos entre si.
E assim se amaram
ao quadrado da velocidade da luz
numa sexta potenciação
traçando
ao sabor do momento
e da paixão
retas, curvas, círculos e linhas sinoidais
nos jardins da quarta dimensão.[...]"

Em outro momento, o autor propõe a criação de ilustrações e a construção de uma nova poesia utilizando elementos matemáticos. Aproveita a oportunidade para apresentar o autor da poesia sugerindo uma pesquisa, bem como, outros artistas brasileiros que utilizam a Matemática como tema para a sua arte, dentre eles, poetas, músicos, pintores e escultores.

Nossas análises permitiram perpassar pelas imbricações e rupturas apresentadas na obra de Luiz Roberto Dante (2013). O quadro a seguir permite uma visualização de nossos achados.

ARTE EM CONTEXTO E APLICAÇÕES			
VOLUME 01			
OBRA DE ARTE	CONTEÚDO MATEMÁTICO	RELAÇÃO ENTRE ARTE E MATEMÁTICA	IMBRICAÇÕES OU RUPTURAS
Monalisa de Leonardo da Vinci	Conjuntos Numéricos	Superficial	Razão Áurea. (Não demonstra o conceito).
Partenon Grego	Conjuntos Numéricos	Superficial	Razão Áurea. (Não demonstra o conceito).
Violino Stradivarius	Conjuntos Numéricos	Superficial	Simetria. (Apresenta de vagamente o conceito).
Igreja São Francisco de Assis	Função Quadrática	Superficial	Parábolas. (A imagem lembra o conceito matemático).
Partenon Grego	Função Quadrática	Não apresenta	Imagem Ilustrativa. (A ilustração do retângulo é suficiente para o conceito da razão áurea, sendo desnecessária a imagem do Partenon).
Escadaria do Convento de Santa Tereza - RJ	Progressão Aritmética	Superficial	Razão e Soma dos termos de uma P.A. (Explora vagamente as características da obra).
Casa da ópera de Ouro Preto - MG	Progressão Aritmética	Não apresenta	Imagem Ilustrativa. (A imagem não condiz com a proposta do enunciado da questão).
VOLUME 02			
OBRA DE ARTE	CONTEÚDO MATEMÁTICO	RELAÇÃO ENTRE ARTE E MATEMÁTICA	IMBRICAÇÕES OU RUPTURAS
Centro Cultural Oscar Niemeyer – GO.	Geometria Plana e Espacial.	Considerável	Perímetro, Triângulo Retângulo e Trigonometria. (Contextualiza a obra e trabalha o conceito matemático).
Origami Modular	Geometria Plana e Espacial	Considerável	Poliedros de Platão, plano, Pontos, Retas Paralelas,

			Retas Concorrentes, Bissetriz, Diagonal e Ângulos. (Dispõe de informações técnicas, bem como dos objetos confeccionados).
Tangram	Geometria Plana	Considerável	Área de Superfície Plana. (Contextualiza o quebra cabeça, mostrando sua origem e características).
Museu de Arte de São Paulo Assis Chateaubriand (MASP)	Geometria Espacial de Posição	Não apresenta	Imagem Ilustrativa. (Não apresenta conceitos físicos e matemáticos como sugere na introdução do conteúdo).
Obelisco - SP	Geometria Espacial de Posição	Superficial	Reta Perpendicular a um plano. (Não explora informações de cunho artístico e histórico).
Torre de Pisa - Itália	Geometria Espacial de Posição	Superficial	Reta Oblíqua a um plano. (Não explora informações de cunho artístico e histórico).
Museu da Ciência de Londres	Poliedros: prismas e pirâmides	Não apresenta	Imagem Ilustrativa. (Não estabelece conexão entre imagem e conteúdo).
Pirâmide de Quéops	Poliedros: prismas e pirâmides	Superficial	Volume da Pirâmide. (Falta mencionar aspectos históricos e artísticos).
Obelisco - SP	Poliedros: prismas e pirâmides	Considerável	Tronco de Pirâmides. (Apresenta contexto histórico).
Castelo Neuschwanstein, Alemanha	Corpos Redondos	Não apresenta	Imagem Ilustrativa. (Não explora as conexões com o conteúdo).
Globo da Morte	Corpos Redondos	Considerável	Esfera. (Menciona propriedades do conteúdo matemático e do número circense).
VOLUME 03			
OBRA DE ARTE	CONTEÚDO MATEMÁTICO	RELAÇÃO ENTRE ARTE E MATEMÁTICA.	IMBRICAÇÕES OU RUPTURAS
Ponte em Hamburgo, Alemanha	Geometria analítica: a circunferência	Não apresenta	Imagem Ilustrativa. (Estabelece um modelo matemático usando o formato da ponte sem explorar informações estéticas e/ou históricas).
Tábua de argila, Babilônia	Polinômios e equações algébricas	Não apresenta	Imagem Ilustrativa. (Não demonstra aprofundamento do conteúdo).

Poesia Matemática	Matemática	Considerável	Conteúdos Matemáticos explorados nos três volumes.
-------------------	------------	--------------	--

Quadro – Arte em Contexto e Aplicações.
Fonte: SABINO; VIZOLLI, 2018.

4. TECENDO CONSIDERAÇÕES

Neste estudo buscou-se demonstrar conexões entre a Arte e a Matemática, partindo de uma análise histórica das imbricações, conexões e também rupturas dessas duas áreas de conhecimento ao longo da história da humanidade. Pensar no desenvolvimento da humanidade sem considerar que este se deu intimamente ligado ao desenvolvimento do conhecimento matemático e das manifestações artísticas, seria desprezar grande parte do legado construído pela humanidade.

É importante perceber que desde os primórdios a humanidade já buscava formas de estabelecer signos para sua comunicação e, nesse aspecto, as artes do período paleolítico (artes rupestres) remontam a ideia matemática de quantidade representada por meio de desenhos (Arte). Hoje, essas áreas de conhecimento se mostram – em especial para os estudantes – distantes uma da outra, seja pela abordagem dada pelos livros didáticos, como percebemos nesse estudo, ou pela própria ruptura histórica entre a arte e o fazer artístico da ciência.

O estudo indicou elementos que caracterizaram ruptura, percebemos ainda a tentativa de Dante (2013), estabelecer relações entre Arte e Matemática por meio da abordagem dos conteúdos de funções, geometria plana, geometria espacial e por meio das progressões aritméticas. Fica evidente o modo superficial de apresentar os elementos artísticos presentes em inúmeras relações evidenciadas pelo autor, sobretudo no primeiro volume.

No segundo volume, as imbricações entre arte e geometria espacial são ricas, sendo exploradas de maneira (re)corrente. Na maioria das vezes essa abordagem contempla consideravelmente aspectos da matemática e da arte. No terceiro volume vislumbramos que quanto maior a complexidade dos conteúdos matemáticos mais escassas ficam as relações entre estas ciências. Neste livro aparecem três imbricações, não apresentando uma relação direta entre obra de arte e o conteúdo matemático, ou buscando influência em outros elementos, como no poema de Millôr Fernandes “Poesia

matemática” e na proposta de atividades destinadas a interpretação textual, a percepção estética dos estudantes ao trabalhar com o gênero textual poesia.

Os resultados indicam um distanciamento da relação entre essas duas áreas de conhecimento, ainda que em diversos momentos da história elas se inter-relacionavam. São raras e elementares as abordagens entre Arte e Matemática apresentadas nos livros didáticos analisados e tampouco exploram possibilidades de aprendizagens de conceitos na e entre as áreas de conhecimento.

Independentemente da forma como o professor trabalha a matemática, faz-se necessário, sim, dispensar um tratamento adequado aos conhecimentos oriundos das práticas sociais e organizá-los, se for o caso, de outro modo. Não que esse seja o melhor, mas que agregue novos conhecimentos, novas possibilidades, novas informações, que, ao se fundirem aos conhecimentos anteriores, gerem outros saberes, outros conceitos. Aqui reside o sentido da escolarização. Talvez essa seja uma forma de fazer com que a problemática da comunidade seja refletida na escola e que esta reflita sobre a comunidade. (VIZOLLI, 2009, p. 63)

Nesse aspecto é importante evidenciar que o papel do professor de matemática e também de artes é de suma importância para a desmistificação das possibilidades de imbricações e de conexões entre essas duas áreas de conhecimento. Por mais que as abordagens nos livros de matemática sejam muitas vezes superficiais, ao pensar na perspectiva de uma educação com formação social, cultural, crítica, reflexiva e ativa, uma abordagem que privilegia a imbricação dessas disciplinas pode significar um progresso em práticas de ensino em Matemática e Arte.

REFERÊNCIAS

ARTE E MATEMÁTICA: Arte e números. Direção TV ESCOLA José Roberto Sadek. Produção TV ESCOLA Luciana Pires e Marilda Cabral. 2000. Disponível em: <<http://tvescola.mec.gov.br/tve/video/arteenumeros>>. Acesso em: 01 jul. 2017.

ATALAY, Bulent. **A Matemática e a Mona Lisa: a confluência da arte com a ciência.** Tradução: Mário Vilela. 2 ed.rev e atual. São Paulo: Publicações Mercuryo Novo Tempo, 2009.

BOYER, Karl Benjamin. **História da Matemática.** Tradução: Elza Gomide. São Paulo: Edgard Blücher, 1974.

COLL, César *et al.* **O construtivismo na sala de aula.** 3. ed. São Paulo: Ática, 2003.

COSTA, Cristina. **Questões de arte.** O belo, a percepção estética e o fazer artístico. São Paulo: Moderna, 2004.

DANTE, Luiz Roberto. **Matemática: Contexto & aplicações**. 2. ed. São Paulo: Ática, 2013.

FAINGUELERNT, Estela Kaufman; NUNES, Katia Regina Ashton. **Fazendo arte com a matemática**. Porto Alegre: Artmed, 2006.

FERRARI, Solange dos Santos Utuari *et al.* **Por Toda Parte**: volume único. 1 ed. São Paulo: FTD, 2013.

GHIRALDELLI JÚNIOR, Paulo. História da filosofia: dos pré-socráticos a Santo Agostinho. São Paulo: Contexto, 2008

GUERRA, Eliane Linhares de Assis. **Manual de Pesquisa Qualitativa**. Grupo Ânima Educação: Belo Horizonte, 2014. Disponível em: http://disciplinas.nucleoad.com.br/pdf/anima_tcc/gerais/manuais/manual_quali.pdf acesso em: 03/10/2017.

LARA, Isabel Cristina Machado de. **Jogando com a matemática**. São Paulo: Rêspel, 2003.

MATEMÁTICA- Guernica e sua proporções. Direção Geral: Janie Paula. Produção: Claudia Cortez. 2000. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=fU2yQV6LEwU>. Acesso em: 02 jul. 2017.

REVERBEL, Olga. **Um caminho do teatro na escola**. 2. ed. São Paulo: Scipione, 2002.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do Trabalho Científico**. 23. ed. rev. e atual. São Paulo: Cortez, 2007.

VIZOLLI, Idemar. Partes: Um modo de efetuar a partilha do pescado. In: **Educação Matemática em Revista**. Sociedade Brasileira de Educação Matemática do Rio Grande do Sul (SBEM/RS): Canoas, RS: ULBRA, 2009, n. 10, 2009. Disponível em: http://www.sbemrs.org/revista/index.php/2011_1/article/viewFile/33/31 acesso em: 15/08/2017.

ZALESKI FILHO, Dirceu. **Matemática e Arte**. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2013.

Submetido em: 11 de novembro de 2017

Aprovado em: 10 de fevereiro de 2018