

Geometria e arte: um diálogo para uma ensinagem matemática

Maria Candida Varone de Moraes Capechi¹

Vivili Maria Silva Gomes²

Victória Lopes³

Resumo

Este artigo resulta de uma pesquisa de iniciação científica que teve como objetivo principal responder ao questionamento “Quais as percepções de estudantes de licenciatura em matemática sobre as potencialidades da arte para a ensinagem da geometria?”. O caminho da pesquisa envolveu uma revisão bibliográfica da literatura relacionada ao tema cuja leitura das publicações resultou na elaboração e realização de uma oficina sobre “origami e geometria”. A revisão bibliográfica também possibilitou identificar tendências em educação matemática, além de uma ou outra estratégia pedagógica no campo da arte. Com a análise dos dados da oficina, obtidos de um questionário pós sua realização, foi possível identificar que os estudantes estão dispostos a experimentar práticas interdisciplinares, contextualizadas e lúdicas em suas futuras aulas.

Palavras-chave: Interdisciplinaridade; Ensinagem de Matemática; Geometria; Arte.

Abstract

This article is the result of scientific initiation research whose main objective was to answer the question “What are the perceptions of undergraduate mathematics students about the potential of art for teaching geometry?”. The research path involved a bibliographical review of literature related to the topic whose reading of the publications resulted in the preparation and realization of a workshop on “origami and geometry”. The bibliographic review also made it possible to identify trends in mathematics education, in addition to one or another pedagogical strategy in the field of art. With the analysis of data from the workshop, obtained from a questionnaire after the workshop, it was possible to identify that students are willing to try interdisciplinary, contextualized and playful practices in their future classes.

Keywords: Interdisciplinarity; Teaching Mathematics; Geometry; Art.

¹ Doutora em Educação, Universidade Federal do ABC (UFABC). Email: maria.capecchi@ufabc.edu.br

² Doutora em Ciências, UFABC. Email: vivili.gomes@ufabc.edu.br

³ Graduanda do Bacharelado em Ciências e Humanidades, UFABC, bolsa de Iniciação Científica com apoio da UFABC. Email: vitoria.lopes@aluno.ufabc.edu.br

Introdução

Este artigo é resultado de uma pesquisa de iniciação científica, cujo mote foi investigar possibilidades de relacionar geometria e arte na ação pedagógica em prol da ensinagem matemática. A investigação foi realizada no âmbito de dois grupos de pesquisa da Universidade Federal do ABC (UFABC): O Grupo Interdisciplinar de Pesquisa em Educação com Arte (GIPEcA) e o Grupo de Pesquisa em Tendências na Educação Matemática (GPTEMa). Por consequência, tem relação direta com os objetivos gerais de pesquisas desenvolvidas nesses grupos, tais como: evidenciar novas possibilidades de relação pedagógica que superem o modelo da racionalidade técnica, reforcem uma formação pautada na reflexividade e criticidade e que propiciem maior autonomia e consequente emancipação do professor. Essas pesquisas propõem novas formas de lidar com a sala de aula, para além dos conteúdos conceituais da área específica de formação de professores, privilegiando, principalmente, conteúdos procedimentais e atitudinais, estimulando a experimentação e análise por meio de ações colaborativas, interdisciplinares e de multilinguagens. Ações essas que enfatizem as dimensões da criatividade e da sensibilidade, além de alcançar uma educação inclusiva.

Antes de apresentar os caminhos trilhados na pesquisa, assim como os resultados nela alcançados, traremos elementos teóricos que consideramos fundamentais para a compreensão de seu mote e do processo de investigação que foi sendo construído a partir dele.

De onde partimos

A *práxis* revolucionária desenvolvida por Paulo Freire surge a partir de uma concepção marxista, que compreende uma ação transformadora, e tem como principal elemento a educação libertadora (COUTINHO, 2012). Freire, em seu livro “Pedagogia da autonomia: Saberes necessários à prática educativa.” (2011), discorre sobre as práticas necessárias aos docentes que desejam fazer uma educação progressista e, entre elas, enfatiza a importância de respeitar os conhecimentos e a autonomia dos estudantes, estimular a reflexão crítica sobre a prática, apreender a realidade e compreender que o

ensino é uma forma de intervenção no mundo. Nos caminhos que foram trilhados na pesquisa, buscou-se romper com algumas **dicotomias** comumente associadas ao processo educativo, sendo uma delas a divisão entre teoria e prática, impulsionando a *práxis* educativa (VÁSQUEZ, 2011).

Uma outra dicotomia foi a diferenciação entre ensino e aprendizagem que, no contexto de *práxis*, aproxima os sujeitos da relação pedagógica, professores e alunos, gerando um novo conceito nessa relação: a *ensinagem*. A *ensinagem* é um termo criado por Léa das Graças Camargo Anastasiou em 1994, que, apoiando-se na Teoria da Educação de Paulo Freire, descreve a prática de aprender enquanto se ensina e ensinar enquanto se aprende, em um processo de aprendizado crítico e participativo (ANASTASIOU; ALVES, 2005).

A aproximação entre arte e geometria, duas linguagens distintas, leva ao possível rompimento da noção dicotômica que envolve a razão e a emoção (DAMÁSIO, 2012). A partir de um mesmo espaço de ação e sujeitas aos mesmos fenômenos exteriores, ambas, arte e geometria, reverberam na interioridade dos sujeitos, que as experimentam de forma diferenciada, por meio de linguagens diversas e pelos diferentes canais ou funções psíquicas pelas quais a percepção do mundo se revela. Segundo Jung (2013), as duas funções psíquicas, sentimento e pensamento, compõem predominantemente as construções humanas, arte e ciência, respectivamente, sendo que estas, por sua vez, se compõem de uma outra função psíquica, a sensação, comum a ambas. A arte, utilizada para expressar a sensorialidade em forma de sentimento, e a geometria, utilizada para expressar a sensorialidade em forma de pensamento, podem ser consideradas dicotômicas, porém, com interfaces importantes entre si. Essa dualidade pode ser pensada como complementaridade já que a sensação se apresenta como função psíquica/psicológica comum na comunicação entre os seres e o mundo. A interação do indivíduo com o mundo ao seu redor é essencial para o desenvolvimento das funções psicológicas superiores (consciência, memória, fala, pensamento, emoções...), que são funções que não se desenvolvem simultaneamente, mas, relacionam-se entre si. A atribuição de signos e a fala tornam possível a compreensão de concepções mais complexas e abstratas, viabilizando o planejamento e a execução de ações que

impactam de volta o mundo do indivíduo (VYGOTSKY, 2007).

A arte apresenta-se, então, no âmbito da pesquisa, como uma alternativa para possibilitar o rompimento dessas dicotomias. Afinal, a arte reflete diferentes realidades, trazendo à tona a diversidade de subjetividades tanto dos seus criadores como de seus interlocutores no processo de mediação arte e público (MARTINS; PICOSQUE, 2012), no caso alunos. Ao mesmo tempo, se hibridiza com a geometria, presente nas suas mais variadas manifestações. Quando falamos de novas possibilidades de relação pedagógica, novas formas de lidar com a sala de aula, novas estratégias de ensino e aprendizagem, estamos falando do rompimento com o ensino tradicional, fortemente presente no ensino de matemática. Fiorentini (2003) salienta que “apesar da mudança de discurso, o que percebemos, nos processos de formação de professores, é a continuidade de uma prática predominantemente retrógrada e centrada no modelo da racionalidade técnica que cinde teoria e prática” (FIORENTINI, 2003, p. 9). Romper com essa tradição pedagógica, para além do discurso, é o que nos move na docência e na pesquisa no contexto dos Cursos de Licenciatura da Universidade Federal do ABC e na pesquisa que praticamos (CAVALCANTI; CAPECCHI; GOMES, 2022). Foi no sentido de contribuir com estudos sobre possibilidades das interfaces entre arte e geometria como *lócus* de superação de muitas supostas dicotomias, em prol de uma ação pedagógica inclusiva, que nos propusemos a investigar possibilidades de relacioná-las por meio da ensinagem.

Para esta investigação, vislumbramos duas questões de pesquisa: “quais tendências em educação matemática vêm sendo discutidas em publicações científicas relacionadas ao ensino matemática (geometria) com arte?” e “quais as percepções de estudantes de licenciatura em matemática sobre as potencialidades da arte para a ensinagem da geometria?”.

Antes de apresentarmos de que forma este estudo foi desenvolvido e os resultados alcançados, cabe destacar algumas compreensões sobre o que vem a ser “tendências em educação matemática”. Segundo Marcelo de Carvalho Borba, na apresentação dos livros da coleção *Tendências em Educação Matemática da Editora Autêntica*⁴, “a coleção busca também apresentar tópicos em Matemática que tenham

⁴ Ver no *site* da editora a referida coleção em <https://grupoautentica.com.br/autentica/colecoes/16>

apresentado desenvolvimentos substanciais nas últimas décadas e que se possam transformar em novas tendências curriculares dos ensinos fundamental, médio e universitário" (não paginado).

Há diversos posicionamentos de estudiosos na área de educação matemática no sentido de definir o que vem a ser uma tendência em educação matemática, que se pautam em determinadas concepções a serem consideradas para essa delimitação. A concepção histórica das abordagens pedagógicas, oriunda do estudo de Fiorentini (2009), é uma delas. Outra, também pautada na dimensão histórica e epistemológica, advém dos estudos de Bicudo, Viana e Penteado (2001). Campos e Nunes (1994) apontam outras concepções, além da histórica e epistemológica, que podem pautar a identificação dessas tendências e a atuação do professor que ensina matemática na sala de aula. São elas as concepções antropológica, psicológica, sociológica e crítica.

A própria concepção de interdisciplinaridade, termo este que tem sido usado nos mais diversos contextos e situações, é objeto de discussão na literatura acadêmica. Jantsch, citado por Weil (1993 apud CARDOSO; GOMES; LAURENTINO, 2019), entende por interdisciplinaridade “a síntese de duas ou várias disciplinas instaurando um novo nível do discurso (metanível), caracterizado por uma nova linguagem descritiva e novas relações estruturais” (p. 254). Para Fazenda (2009 apud CARDOSO; GOMES; LAURENTINO, 2019):

Um projeto interdisciplinar de trabalho ou de ensino consegue captar as relações conscientes entre pessoas e pessoas e coisas. Nesse sentido, precisa ser um projeto que não se oriente apenas para o produzir, mas que surja espontaneamente, no suceder diário da vida, de um ato de vontade. Nesse sentido, ele nunca poderá ser imposto, mas deverá surgir de uma proposição, de um ato de vontade frente a um projeto que procura conhecer melhor (p. 256).

Numa visão epistemológica da interdisciplinaridade entre geometria e arte, dizem Santos e Bicudo (2015) que: “Em sala de aula, a constituição do núcleo de ideias matemática-arte pode ser trabalhada de muitos modos...mesmo nas aulas formais de Matemática...que pode apontar para diversas direções e diferentes contextos (p. 1331)”.

Com isso, partimos para a apresentação dos caminhos trilhados na pesquisa.

Caminhos trilhados

Considerando tratar-se de uma pesquisa qualitativa, optamos por apresentar as escolhas metodológicas e os processos de análise na forma de caminhos trilhados, entendendo que, ainda que balizados por questões de pesquisa e por pressupostos teóricos iniciais, tais caminhos foram se constituindo como trilhas à medida em que a pesquisa se desenrolava.

A identificação das duas questões de pesquisa nos levou à proposição de dois caminhos complementares para investigá-las, um constituído por uma pesquisa teórica do tipo revisão bibliográfica e outro constituído pelo planejamento e realização de uma oficina com estudantes de licenciatura. Esses dois caminhos são apresentados nas subseções: “A revisão bibliográfica” e “A oficina”.

A revisão bibliográfica

Para responder a pergunta sobre tendências em educação matemática que vêm sendo discutidos em publicações científicas relacionadas ao ensino de matemática (geometria) e arte, foi realizada uma revisão da literatura nas seguintes bases de dados: Periódicos Capes; *World Wide Science*; *Journal of Mathematics and the Arts*; Repositório Unesp; Repositório Institucional PUCRS; Repositório Institucional UTFPR; TEDE (Sistema de Publicação Eletrônica de Teses e Dissertações). Essa revisão compreendeu publicações do período de 2008 a 2020 e os descritores utilizados foram: “arte e matemática”, “geometria”, “educação matemática”, “formação de professores” e “etnomatemática”. Desses descritores, os três primeiros estão presentes na primeira questão de pesquisa, enquanto o quarto decorre dela e da segunda questão. Se nos interessa a ensinagem de matemática, em que professor e estudantes ensinam e aprendem, também consideramos importante incluir na pesquisa a “formação de professores”. Já o descritor “etnomatemática” foi acrescentado por ser uma tendência em educação matemática, conforme discutida na seção anterior, muito relacionada com a arte em diversas culturas ancestrais.

A seleção de publicações de interesse para a pesquisa, identificadas por meio dos

descritores, foi realizada a partir de seus títulos e da leitura de seus resumos. Todos os trabalhos selecionados, num total de 45 publicações (20 nacionais e 25 internacionais), tratam sobre “educação matemática” e a maioria tem foco exclusivo no ensino de “geometria”, como esperado, uma vez que esses termos foram considerados como descritores na busca feita nas bases de dados.

Em uma primeira fase de análise, identificamos que dentre as publicações selecionadas, uma referia-se a uma revisão sistemática de literatura a respeito da interface arte e matemática na produção científica brasileira em educação matemática no período de 1998 a 2017 (SANTOS; GONÇALVES, 2020), em que destacam duas tendências em educação matemática: etnomatemática e modelagem matemática.

O total das demais publicações encontradas (44) foi dividido em dois grupos, de acordo com o enfoque das pesquisas: ensino-aprendizagem (EA) e formação de professores (FP). Vale destacar que EA e FP correspondem a linhas de pesquisa de vários programas de pós-graduação, incluindo o Programa de Pós-Graduação em História e Ensino das Ciências e da Matemática em vigência na Universidade Federal do ABC.

A partir dessa separação (tabela 1), foi possível identificar que das 20 publicações nacionais, 15 (75%) referem-se a EA e cinco (25%) a FP. Já das 24 publicações internacionais, 18 (75%) referem-se a EA e seis a FP (25%). O que nos indica uma similaridade de resultados entre o que vem sendo publicado nacionalmente e no exterior, sinalizando uma ênfase no ensino-aprendizagem, em relação à formação de professores. Enfatizamos que as porcentagens iguais são mera coincidência.

Em uma segunda etapa de análise, as publicações foram separadas considerando o nível da matemática abordada, tendo sido identificados três grupos: matemática da educação básica (MB), matemática do ensino superior (MS) e híbrido MB e MS. A distribuição desses agrupamentos é apresentada no quadro 1.

Tabela 1 – Distribuição das publicações nacionais e internacionais nos grupos EA e FP

grupo	Publicações nacionais	Publicações internacionais
EA	15 (75%)	18 (75%)

FP	5 (25%)	6 (25%)
Total	20	24

Fonte: Produção das autoras

Quadro 1 – Síntese dos agrupamentos construídos na segunda etapa da análise

Grupos de dados	nível da Matemática	Tema	Artigos nacionais	Artigos internacionais
EA	MB		13	8
	MS		0	6
	MB e MS		2	4
Total EA			15	18
FP	MB		2	2
	MS		2	4
	MB e MS		1	0
Total FP			5	6
Total			20	24

Fonte: Produção das autoras

Com relação ao nível da matemática abordada, das 15 publicações nacionais com enfoque em EA, 13 (87%) referem-se à MB. Já no caso das 18 publicações internacionais com mesmo enfoque, ainda que o número de publicações envolvendo MB – no caso 8 (45%) – seja maior que o envolvendo MS – no caso 6 (33%) - essa diferença não é tão grande. Tanto nas publicações nacionais como internacionais, o grupo híbrido MB e MS contribui com 13% e 22%, respectivamente.

Essa ênfase na matemática da Educação Básica, identificada no grupo EA, não aparece no grupo FP. Nesse grupo, a MB ocorre em duas das cinco publicações nacionais e em duas, também, das seis publicações internacionais. Sendo que, nessa última, quatro publicações relacionam-se a MS. Essa configuração pode ser relacionada ao fato de que a formação de professores que ensinam matemática pode envolver tanto MB quanto MS, por se tratar de formação em ensino superior.

A partir das leituras dos resumos e dos textos foi possível, num momento de maior refinamento, identificar temas das pesquisas relacionados a algumas tendências em educação matemática, já bem conhecidas dos pesquisadores na área, como etnomatemática, modelagem matemática, tecnologias digitais da informação e

comunicação (TDIC), literatura e matemática (já adentrando o campo da arte), além de outras, como história da matemática, materiais manipuláveis e jogos, que se mostraram em publicações que se situavam nas tendências em educação matemática já identificadas anteriormente. Assim, preferimos indicar sua ocorrência no campo misto interseccional da geometria e arte pois sua imbricação já apontava seu pertencimento à essa região borrada, digamos assim. Essas informações estão no quadro 2.

Quadro 2 – Síntese dos agrupamentos de publicações construídos na análise

publicações	Temas interrelacionados nas publicações e áreas de conhecimento		
	Temas /tendências / recursos em educação matemática (geometria)	região híbrida integração matemática (geometria) e arte	Temas / abordagens em educação artística
Mendes (2008) Cunha Junior (2013) Catarino, Costa e Nascimento (2014) Karssenberg (2014) Leal (2014) Lucio e Sabba (2015) Craig, Prasad e Luna (2019) Fiantika, Sa'dijah, Qohar e Darsono. (2020) Yudianto, Susanto, Sunardi, Sugiarti e Fajar (2020)	etnomatemática construções geométricas	decolonialidade cultura islâmica-africana <i>TheALaMo</i> ⁵	artes visuais
Parsley e Soriano (2009) Canadas, Molina, Gallardo, Martinez-Santaolalla e Penas (2010) Rancan (2011) Moore e Linnder (2012) Ernest e Nemirovsky (2015) Mello e Rheinheimer (2016) Gürbüz, Ağsu e Güler (2018) Nelson (2018) Boz-Yaman e Duatepe-Paksu (2019)	modelagem matemática sólidos platônicos material manipulável figuras regulares planas	origami dobradura dança multiculturalidade jovens em risco estímulo à sensibilidade	dança expressividades artísticas diversas Herbert Read

⁵ Teachers, Art from Latin@ cultures, and Mathematical modelling

Medeiros (2012) Fiegenbaum e Mathias (2015) Pellegrin (2015) Rumanová e Smiešková (2015) Brum, Schuhmacher e Silva (2016) Farris e Tsao (2016) Singulani (2016) Dana-Picard e Hershkovitz (2019) Galvão, Souza e Bastos (2019) Olgin e Groenwald (2020); Souza, Lins e Machado (2020)	TDIC <i>software</i> geometria dinâmica teoria de grupo transformações geométricas poliedros simetria	máquinas de perspectiva – os perspectógrafos tesselações arte judaica processo fotográfico e computacional <i>software</i> geometria dinâmica Geogebra GrafEq vídeos origami	pinturas
Zago e Flores (2010) Pool, Dittrich e Pool (2011) Wallace, Evans e Stein (2011) Ferreira e de Melo (2012) Silva (2013) Baptista (2014) Flevaris e Schiff (2014) Santos e Bicudo (2015) Sancho e Alonso (2016); Cherif, Gialamas e Stamati (2017) Maciel, Rêgo e Carlos (2017) Assis (2019) Campbell (2019) Cavalcante, Silva e Mendes (2020) Quintino e Júnior (2020); Souza, Flores e Machado (2020)	literatura e matemática livros didáticos de matemática linguagem matemática desenho geométrico figuras geométricas planas transformações geométricas isometrias formação do pensamento geométrico	imagens fotográficas imagens em geral linguagem multilinguagens pintores de culturas conhecidas dos estudantes história da arte história da matemática percepção visual associando formas geométricas planas a partes do corpo humano história do origami observar, olhar, representar inteligências múltiplas modelo de <i>Artful Learning™ model</i>⁶ <i>oficina dispositivo</i>⁷ contação de história sentidos da experiência o real e o surreal	fotografia linguagem artística metodologia triangular história em quadrinhos artes visuais literatura pintura pintura renascentista obra de arte obra de Salvador Dali obra de Rodrigo de Haro colagem desenho desenho de personagens

Fonte: Produção das autoras

Uma publicação internacional de autoria portuguesa não está mostrada no quadro 2, mas merece destaque por envolver a música e a matemática, o que é bastante desejável para o campo interdisciplinar, dada a sua presença muito forte culturalmente

⁶ We provided a compact version of the Artful Learning™ model (experience, inquire, create, reflect) for Educational Psychology students to promote an arts-integrated experience for the lesson on multiple intelligences.

⁷ “máquina de fazer ver e de fazer falar” (Deleuze, 1990 apud SOUZA, FLORES e MACHADO, 2020)

no mundo contemporâneo. Esse “artigo consiste numa análise qualitativa da literatura que identifica ligações entre matemática e música, e posterior sistematização da relação entre conteúdos da matemática e conteúdos musicais.” (SANTOS-LUIZ; MÓNICO; CAMPELOS; SILVA, 2015, p. 275). Os autores apresentam possibilidades de ensinar matemática e música de forma integrada e identificam temas de música nos materiais curriculares de matemática dos ensinos básico e secundário portugueses, mas não trazem exemplos de atividades ou aplicações em sala de aula.

Considerando nossos referenciais teóricos sobre interdisciplinaridade, pudemos constatar que os temas abordados e desenvolvidos nas publicações encontradas estão no campo da interdisciplinaridade entre matemática (geometria) e arte, de forma que traços de uma área e outra são encontrados, ainda que, em sua maioria, a hibridização seja inevitável e compreensível.

Em algumas publicações foi possível identificar uma ou mais tendências em educação matemática na acepção discutida na introdução deste artigo. Enquanto em outras publicações foi possível identificar uma abordagem ou estratégia pedagógica no campo da arte. Por outro lado, em sua maioria, o espaço de construção interdisciplinar levou a identificações mais borradas e mescladas entre as duas áreas do conhecimento, que foram agrupadas por nós em uma “região híbrida de integração entre matemática (geometria) e arte”, compreendendo os seguintes temas: recursos metodológicos, recursos materiais, dimensões culturais, dimensões epistemológicas, dimensões antropológicas, dimensões sociológicas, dimensões psicológicas, teoria crítica e construtivismo. Para clarear esses argumentos e exemplificar com base nos dados encontrados e nas nomeações aqui feitas, elaboramos o quadro 2, no qual os temas contidos nas publicações são apresentados em linhas gerais com as nomeações que fizemos para agrupá-los na intersecção entre matemática e arte.

Alguns temas apareceram de forma recorrente. Dois deles foram utilizados como descritores, como: etnomatemática, que apareceu sempre junto com modelagem matemática, e formação de professores. Outros temas também foram identificados, como: TDIC, presente majoritariamente em publicações com enfoque no ensino-aprendizagem). Vale destacar que, além de aparecer relacionada a

etnomatemática, a modelagem matemática também esteve presente em pesquisas voltadas para a investigação de outras propostas de ensino-aprendizagem e de formação de professores.

É importante notar que a ideia de arte aqui considerada extrapola as artes visuais pois, apesar da grande quantidade de trabalhos que se relacionam a esse tipo de expressão artística, durante a coleta de dados surgiram trabalhos que exploram as possibilidades de ensino com outras manifestações artísticas, como dança, mosaicos, dobraduras de papel, produção de artesanos locais e literatura.

Feitas essas identificações, escolhemos três publicações para detalhar seu e que conteúdo. Essa escolha teve como fundamento os direcionamentos seguidos na pesquisa originaram a proposição da oficina que descrevemos no próximo tópico. Referem-se à interdisciplinaridade entre arte e geometria na formação de professores, sendo que dois deles abordam especificamente a etnomatemática e o origami.

Em “Uma Experiência de Formação Continuada com Professores de arte e matemática no Ensino de Geometria” (SANTOS; BICUDO, 2015), professores de arte e de matemática da educação básica participaram do estudo de três tipos de pavimentações de planos: pavimentações por polígonos regulares e visualização em caleidoscópios; pavimentações por tetramínos; e pavimentações aperiódicas de Penrose. O estudo é nas interações entre os professores durante o curso de formação continuada. Notou-se que houve busca, por parte dos professores, da compreensão da perspectiva do outro e discussão sobre formas de implementar essas atividades em sala de aula:

Destacou-se, entre os professores, o desejo de conhecer e inteirar-se dos temas e assuntos próprios à outra área de conhecimento. E, ao compartilharem a prática pedagógica específica de sua disciplina, ocorreu um apropriar-se das formas de conceber do outro, que possibilitou a reorganização do olhar e a busca por ações. Explicitou-se que o movimento de visar algo que se mostra vai além das percepções individuais: as ideias geométricas, foco do estudo, não são meramente elaborações subjetivas, pois a experiência vivida permite que o sujeito (re)organize compreensões que trazem o percebido e o seu entorno, tornando possível a expressão do compreendido aos sujeitos. (SANTOS; BICUDO, 2015, p.1341).

O artigo “Ensino de Conceitos Geométricos, Medidas e Simetria: Por uma

Educação (Etno)matemática com arte.” (MENDES, 2008) explora possibilidades de ações pedagógicas para o ensino de geometria aliado à arte dos povos nativos brasileiros, e relata uma experiência de formação continuada que foi realizada com professores de matemática do Ensino Fundamental e Médio, no qual debates sobre as potencialidades didáticas da interdisciplinaridade entre arte e geometria:

Em nossas reflexões percebemos que a conexão entre a geometria abordada na escola e as atividades produtivas da arte dos ornamentos apresenta um ponto em comum: a ampla exploração do espaço como um elemento gerador de conceitos geométricos e propriedades referentes a medidas e simetria. Os professores envolvidos perceberam, enfim, que o estudo da geometria se baseia na exploração matemática de pontos, linhas e formas no espaço, enquanto a arte é, frequentemente, relacionada à apreciação estética do espaço. Sua inserção didática pode provocar certa manifestação emocional e racional em cada observador, posto que ambas as construções geométricas evidenciam simultaneamente razão e emoção, realidade concreta e imaginação (...). Algumas peças artesanais, por exemplo, poderão ser observadas e interpretadas como uma aplicação de conceitos e técnicas geométricas, desde que não se deixe de lado suas características simbólicas de explicação do mundo. (MENDES, 2008, p. 43).

E, no terceiro estudo, “Ensino De Geometria E arte Do Origami: Experiência Com Futuros Professores” (RANCAN, 2011), os participantes foram alguns alunos dos cursos de licenciatura em matemática e de pedagogia. A primeira parte da oficina foi uma apresentação sobre a história do Origami e da arte das dobraduras de papel. Na segunda parte, os alunos, divididos em grupos, realizaram módulos de Origami para a montagem dos sólidos geométricos de Platão. Por fim, das discussões feitas durante a atividade, conclui-se o seguinte:

Atividades que envolvem dobraduras favorecem o aumento do conhecimento dos elementos geométricos, além de estimular a participação, criatividade e motivação, tornando as aulas mais prazerosas e produtivas. Diretrizes curriculares atuais têm enfatizado que a matemática escolar deve permitir que os estudantes não só adquiram uma ampla compreensão racional e conceitual, como também desenvolvam a habilidade própria para o pensamento matemático, fornecendo experiências que os encorajem e que lhes permitam solucionar problemas, comunicarem-se e desenvolverem diferentes maneiras de raciocinar matematicamente. (RANCAN, 2011, p.10).

Após essas e outras leituras, foi possível concluir que a interdisciplinaridade entre arte e geometria se mostra benéfica ao incentivar diferentes perspectivas para

interpretar os conceitos e problemas propostos, além de estimular a discussão de ideias e a inclusão de diferentes culturas no processo de aprendizado.

A revisão bibliográfica feita na pesquisa e neste artigo traz, portanto, um panorama dos estudos feitos na última década no campo da interdisciplinaridade entre arte e geometria e evidencia o quanto essa integração é promissora para o ensino nas duas áreas do conhecimento além de se mostrar bastante promissor para ampliar percepções e visões de mundo a partir da lente educativa contribuindo, dessa forma, para uma educação mais contextualizada, inclusiva e transdisciplinar.

A oficina

Para investigar a questão sobre as percepções de estudantes de licenciatura em matemática sobre as potencialidades da arte para a ensinagem da geometria, uma oficina foi organizada. A oficina chamada “A geometria do tetraedro e do octaedro por meio do origami” aconteceu no dia 21 de agosto de 2021, de forma remota em época de pandemia, via plataforma *Google Meet*, disponível publicamente. Seu planejamento foi feito com a colaboração do professor de matemática Hideo Kumayama⁸ (2004), cuja experiência em ações pedagógicas com origami foi essencial. Na oficina, dois sólidos platônicos foram confeccionados, tetraedro e octaedro, com folhas sulfite. Propriedades geométricas foram mostradas durante o preparo e montagem das peças. Como desafio, foi proposta a construção do dodecaedro. A figura 1 mostra as construções prévias dos sólidos feitas pela proponente da oficina orientada pelo professor Kumayama. O período de divulgação e inscrições, disponíveis *on-line* na plataforma da Pró-reitoria de Extensão e Cultura da UFABC, foi de 15 a 20 de agosto de 2021, e no total, estiveram presentes 21 inscritos. A oficina iniciou-se com uma breve introdução sobre a pesquisa, a ensinagem e educação interdisciplinar.

A primeira atividade foi o preparo das folhas para a montagem dos sólidos. As instruções foram dadas e demonstradas pela ministrante e, como instrumento auxiliar, foi apresentado um arquivo com *slides* contendo diagramas de cada passo. Antes da

⁸ (*in memoriam*) Professor aposentado da rede estadual de ensino do Estado de São Paulo e do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI), origamista conhecido por realizar trabalho transdisciplinar entre matemática e arte em nível internacional (https://pt.wikipedia.org/wiki/Lista_de_origamistas).

dobragem dos módulos usados em cada sólido, algumas propriedades matemáticas, ilustradas na figura 2, presentes nos vincos das folhas foram mostradas.

Por último, após a dobragem dos módulos, deu-se início à montagem dos sólidos tetraedro e octaedro, mostrados na figura 3. Nesta etapa, mais do que nas outras, as dificuldades em decorrência do formato remoto se fizeram mais presentes para alguns participantes. O primeiro sólido, tetraedro, tem nível de dificuldade fácil e os participantes logo entenderam como montá-lo. O segundo sólido, octaedro, tem nível de dificuldade um pouco acima e, por isso, aumentaram os relatos sobre dificuldade em compreender a montagem.

Se a oficina fosse realizada de forma presencial, haveria mais maneiras de compreender as dúvidas e auxiliá-los, mas, apesar do obstáculo causado pelo formato remoto, a estudante-pesquisadora e os participantes mostraram-se empenhados em ajudar aqueles que demonstraram alguma dificuldade, com a repetição de instruções, variações no modo de explicar e sugestões de métodos alternativos da montagem. Essas iniciativas dos participantes são um exemplo do que é a ensinagem: apesar de não estarem, inicialmente, na posição de instrutores, eles assumiram esse papel aos poucos, do mesmo modo como alunos em uma sala de aula podem ajudar o professor a construir o saber. A dinâmica migrou de um estado onde apenas uma pessoa que detinha o conhecimento e a permissão para transmiti-lo, para um estado em que todos tinham permissão para contribuir com a construção desse mesmo conhecimento, usando suas próprias experiências e saberes para tal.

Um ponto que chamou atenção ao longo desse processo de colaboração foi a linguagem utilizada pelos participantes, procurando indicar elementos das figuras envolvidas em cada etapa da dobradura por meio de palavras de uso cotidiano, como “pontinha”, enquanto, se o grupo tivesse se atentado ao uso de termos matemáticos, como vértice, ou, então, mediatriz ao invés de “linha do meio”, a comunicação talvez ficasse mais fácil.



Figura 1 - Tetraedro, octaedro e dodecaedro construídos por origami
Fonte: Produção das autoras

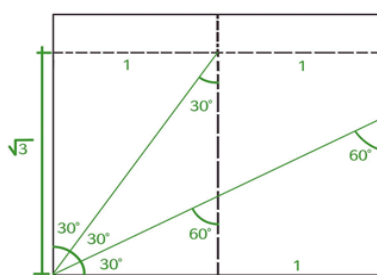


Figura 2 - Propriedades matemáticas em uma folha com dobras de origami
Fonte: Produção das autoras



Figura 3 - Tetraedro e octaedro construídos por um participante da oficina
Fonte: Produção das autoras

Depois da oficina, um questionário foi enviado aos inscritos presentes, para que os interessados pudessem contar mais sobre sua experiência no processo e em relação ao ensino de matemática. Dos inscritos, quatro eram estudantes da licenciatura em matemática, denominados de B, D, G e I e que são apresentados no quadro 3.

Quadro 3 – Perfil dos licenciandos em matemática

Participante	Ocupação	Instituição	Observações
B	Estudante de licenciatura em matemática	outra	Conhece o origami e nunca praticou. Admira a arte. Acredita que a contextualização e interdisciplinaridade no ensino de matemática é importante.
D	Estudante de licenciatura em matemática	UFABC	Conhece o origami e praticou poucas vezes. Faz pesquisa na área de ensino e arte. Faz mestrado em Ensino e História das Ciências e matemática.
G	Estudante de bacharelado interdisciplinar em Ciência e Tecnologia e de licenciatura em matemática	UFABC	Conhece o origami e praticou poucas vezes. Gosta de apreciar e de praticar arte. Gosta de matemática e pretende ser docente.
I	Estudante de licenciatura em matemática e de licenciatura em Física	UFABC	Conhece o origami, mas nunca praticou. Aprecia arte e já considerou usar o origami para trabalhar geometria.

Fonte: Produção das autoras

Os quatro participantes afirmaram reparar em aspectos matemáticos ao analisar uma obra de arte, principalmente se essa obra é visual. Aspectos geométricos, como simetria, escala e volume, foram citados pelo participante B. O participante D explica que antes, quando o foco era em figuras geométricas, havia mais facilidade em perceber a matemática presente na obra, mas, agora que está mais ciente do uso da matemática na arte, se esforça para percebê-los em outras situações como, por exemplo, em pinturas com perspectiva com três pontos de fuga. O participante G associa matemática à arte quando se trata de composição, buscando pontos focais ao fazer arte e manipulando os elementos de forma atrativa. Esse participante também afirma perceber a potencialidade dos fractais para explorar conceitos matemáticos. Ele ainda explica que, predominantemente, percebe aspectos matemáticos em obras visuais, pois é a forma de arte que mais pratica, e, mesmo sabendo que a matemática está presente em expressões não-visuais, como a música, esses são menos perceptíveis para si:

Costumo pensar na matemática associada à arte no aspecto da composição,

buscando pontos focais ao fazer arte, manipulando os elementos de forma atrativa. Além disso, consigo visualizar o potencial do uso de fractais para explorar conceitos matemáticos e observo conceitos como escala, figuras geométricas e outros aspectos dependendo da obra de arte analisada. Percebo predominantemente aspectos visuais pois é o tipo de arte que faço e mais observo, não costumo observar aspectos matemáticos em outras áreas embora eu compreenda que outras áreas artísticas também possuam aspectos matemáticos, especialmente a música que possui vários parâmetros quantitativos que podem ser analisados, como frequência, amplitude, comprimento de onda e ritmo (Participante G).

Em relação a artistas, dois vieram à mente dos participantes G e I, respectivamente: Wassily Kandinsky e Maurits Cornelis Escher, ambos reconhecidos por obras com forte presença da geometria. O participante G explica que a conexão que faz entre Wassily Kandinsky e a matemática, se deve ao fato de sua obra explorar conceitos estudados na matemática, como o ponto, o traço, triângulos e quadrados: “O trabalho de Wassily Kandinsky é o primeiro que vem à minha mente, justamente por ser geométrico e explorar alguns conceitos que também são objetos de estudo da matemática, como pontos, traços, triângulos quadrados (...)”.

Sobre o ensino de matemática, a maioria afirmou não ter ou não se recordar de ter tido aulas interdisciplinares durante o ensino básico, mas somente no ensino pré-vestibular ou na graduação. O participante B descreveu o ensino de geometria como muito abstrato. As representações se limitavam a figuras em duas dimensões na lousa, caderno ou livro. O participante D afirma que o estudo da geometria foi pouco explorado: “Sinto que o estudo da geometria foi pouco explorado. No geral o foco estava em saber propriedades e fórmulas das áreas, mas sem incluir a funcionalidade destes conteúdos”.

O participante G considera que o ensino da geometria foi tratado de forma pouco concreta, com muitas aulas expositivas e conceitos muito abstratos, com poucas atividades que se distanciaram de desenhos, na maioria das vezes, rudimentares. O participante I afirma que somente na graduação teve contato com o aspecto da arte no ensino de geometria.

Um dos estudantes da licenciatura em matemática, participante B, é docente de Química e já desenvolveu ação pedagógica interdisciplinar envolvendo arte: “Como professor de Química, já trabalhei com a Química das Cores, aliada à pintura e

reprodução de quadros. Certamente faria mais atividades com outros aspectos”.

Os outros três ainda não lecionam, seja pela não-conclusão da licenciatura ou pela situação de pandemia. Porém, consideram desenvolver ações pedagógicas interdisciplinares no futuro. Uma das justificativas, do participante I, é a possibilidade de levar para a sala de aula a realidade na qual o aluno está inserido, algo que a aula expositiva sozinha não permite. O participante G declarou acreditar que colocar os estudantes em uma posição ativa, possibilitando o sentimento de orgulho do próprio esforço, pode ser um grande motivador para explorar conceitos matemáticos: “creio que colocar os alunos para trabalhar com a mão na massa, ficando orgulhosos com o trabalho que realizarem, é um aspecto promissor da oficina, que pode ser um grande motivador para explorar conceitos matemáticos junto com o origami.”

É possível perceber um contraste nas experiências desses estudantes com a arte e com o ensino de geometria: eles conseguem perceber aspectos geométricos quando apreciam uma obra de arte, veem a relação entre as duas coisas. Porém, quando se trata do ensino que receberam, essa relação fica menos concreta: os conceitos geométricos que percebem nas obras de arte ficam mais difíceis de serem percebidos por si mesmos, tornam-se abstratos. O ensino tradicional, que segue o modelo técnico-racional, dá pouca importância para tirar a geometria desse campo abstrato, como os estudantes descreveram, é um ensino focado em fórmulas e propriedades.

Por meio da análise das respostas e da experiência na oficina, é possível perceber o desejo desses estudantes de tornarem-se professores que tratam o ensino de forma menos técnica, explorando possibilidades de ensino para além do ensino tradicional. Esse desejo de “colocar os alunos para trabalhar com a mão na massa, ficando orgulhosos com o trabalho que realizarem” pode ser indicador da busca de um ensino mais afetivo e significativo para os estudantes. Aqui, vale destacar as palavras de Coli (1995) sobre o domínio da arte:

Seu domínio é o do não-racional, do indizível, da sensibilidade: domínio sem fronteiras nítidas, muito diferente do mundo da ciência, da lógica, da teoria. Domínio fecundo, pois nosso contacto com a arte nos transforma. Porque o objeto artístico traz em si, habilmente organizados, os meios de despertar em nós, em nossas emoções e razão, reações culturalmente ricas, que aguçam os instrumentos dos quais nos servimos para apreender o mundo que nos rodeia

(p. 109).

O contato com práticas que reforçam a relação entre o artístico e o matemático aparenta ser uma forma de afetar os estudantes, aguçando suas percepções para a apreensão do mundo que os rodeia.

Onde chegamos

Retomando a primeira questão de pesquisa, “quais tendências em educação matemática vêm sendo discutidas em publicações científicas relacionadas ao ensino de matemática (geometria) com arte?”, foi possível identificar em várias publicações algumas tendências em educação matemática na acepção discutida neste artigo, explicitadas ao longo do texto. Em outras publicações, porém, foi possível identificar uma ou outra abordagem ou estratégia pedagógica no campo da arte, como, por exemplo, a metodologia triangular de Ana Mae Barbosa (BARBOSA, 1995). Vale destacar que, por abordar a interdisciplinaridade entre matemática (geometria) e arte, há contextos em que essas duas áreas de conhecimento se encontram, possibilitando identificações consideradas por nós como “região híbrida de integração entre matemática (geometria) e arte”, que se revelam como novidade neste artigo.

Ressaltamos que em alguns trabalhos a abordagem em sala de aula é interdisciplinar seja com o intuito do ensino da matemática ou da arte. Porém, numa visão ainda pragmática e tecnicista, mas com consequências de ampliar a visão disciplinar do conhecimento escolar no sentido da construção de uma visão relacional entre as disciplinas e, portanto, epistemológica. Nesse caminho, o olhar do estudante é motivado a percepções das similaridades e diferenças entre os dois campos disciplinares e a construção do seu campo relacional interdisciplinar. O que podemos chamar de preparação para um olhar multidimensional do objeto de conhecimento que, em contexto, não é somente multi ou inter, mas transdisciplinar.

Outro ponto importante é que, além de artistas amplamente conhecidos, em algumas das propostas didáticas analisadas nas pesquisas foram utilizados artistas mais próximos dos contextos dos estudantes. No caso da publicação de Zago e Flores (2010), por exemplo, a ideia de estudar conceitos geométricos a partir do contexto criativo e

representativo de um artista específico (Rodrigo de Haro), além da interdisciplinaridade e contextualização para o estudo da geometria, a proposta analisada amplia o olhar e a interpretação dos estudantes para além da geometria. Essa iniciativa de trabalhar obras de artistas mais próximos das comunidades em que se encontram os estudantes entra em sintonia com uma visão decolonial da arte e uma valorização de aspectos multiculturais dessas comunidades. Assim, consideramos que a escolha das obras de arte utilizadas no ensino interdisciplinar entre geometria e arte representam um papel que transcende àquele de um recurso metodológico e material, ou seja, didático-pedagógico, sendo que, também, podem proporcionar a abordagem de dimensões como a epistemológica, a antropológica, a sociológica, a psicológica e crítica dos conteúdos desenvolvidos em sala de aula.

Com relação à segunda questão de pesquisa, “quais as percepções de estudantes de licenciatura em matemática sobre as potencialidades da arte para a ensinagem da geometria?”, a realização da oficina possibilitou observar que os estudantes de licenciatura participantes da pesquisa mostram-se dispostos a experimentar práticas interdisciplinares como futuros professores, considerando-as como estratégias úteis ao processo de aprendizado, tornando o ensino de geometria mais lúdico e contextualizado. Além disso, o que pode incentivá-los também a se integrarem com professores de outras áreas de conhecimento, como a arte, nas escolas em que venham a atuar. Visto que, para que uma abordagem interdisciplinar seja efetivamente realizada é necessária integração de diferentes olhares sobre o objeto de conhecimento.

Feitas essas considerações sobre a pesquisa realizada, reforçamos que os resultados aqui apresentados indicam que o caminho que temos adotado no contexto dos grupos de pesquisa em que atuamos e as ações interdisciplinares entre educação e arte que desenvolvemos, integrando pesquisa-formação-extensão, são importantes e devem ser fortalecidas. Esperamos que este trabalho também possa contribuir para outros grupos de pesquisa com essa mesma preocupação. A arte, por suas especificidades, pode ser um caminho para o aprendizado científico e matemático mais inclusivo, trazendo vivências que agucem a curiosidade de uma diversidade maior de estudantes.

Fontes das imagens



revistacontemporaneos@gmail.com



1. Produção das autoras
2. Produção das autoras
3. Produção das autoras

Referências

ANASTASIOU, L. G. C.; ALVES, L. P. *Processos de ensinagem na universidade: pressupostos para as estratégias de trabalho em aula*. 5. ed. Joinville, SC: UNIVILLE, 2005.

ASSIS, E. S. de. A confecção de histórias em quadrinhos como mecanismo de aprendizagem de geometria. *Educação Matemática Pesquisa*, v.21, n.2, p.441-465, 2019. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/view/38932/pdf>. Acesso em: 31 dez. 2022.

BAPTISTA, D. M. *Arte contemporânea no ensino das transformações geométricas. Relatório da Prática de Ensino Supervisionada Mestrado em Ensino do 1.º e 2.º Ciclos do Ensino Básico*. Algarve: Universidade do Algarve, 2014. Disponível em: <https://sapientia.ualg.pt/handle/10400.1/7708>. Acesso em: 30 dez. 2022.

BARBOSA, A. M. Arte-educação pós-colonialista no Brasil: aprendizagem triangular. *Comunicação e Educação*, São Paulo, v.21, p.59-64, 1995. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/comueduc/article/view/36136/38856>. Acesso em: 29 jan. 2023.

BICUDO, M.A.V.; VIANA, C. C. de S.; PENTEADO, M.G. Considerações sobre o Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da Universidade Estadual Paulista (UNESP, Rio Claro). *Bolema*, Rio Claro, v.15, p.104-137, 2001. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/bolema/article/view/10628>. Acesso em: 30 dez. 2022.

BOZ-YAMAN, B.; DUATEPE-PAKSU, A. Triggering Geometrical Habits of Mind by Origami Activity: Folding a Dodecahedron. *Australian Mathematics Education Journal*, v.1, n.4, p.4-10, 2019. Disponível em: <https://eric.ed.gov/?id=EJ1259404>. Acesso em: 30 dez. 2022.

BRUM, W. P.; SCHUHMACHER, E.; da SILVA, S. de C. R. A utilização de documentários enquanto organizadores prévios no ensino de geometria não-euclidiana em sala de aula. *Acta Scientiarum. Education*, v.38, n.1, p.43-49, 2016.

CAMPBELL, S. M. Exponentials and logarithms: a proposal for a classroom art project. *Journal of Mathematics and Arts*, v.13, n.1-2, p.91-99, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/17513472.2018.1536937>

<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17513472.2018.1536937?journalCode=maa20>. Acesso em: 30 de dez. 2022.

CAMPOS, T.M.M.; NUNES, T. Tendências atuais do ensino e aprendizagem da matemática. *Em Aberto*, Brasília, a.14, n.62, p.3-7, 1994. Disponível em: <http://www.emaberto.inep.gov.br/ojs3/index.php/emaberto/article/view/2266/2005>. Acesso em: 30 dez. 2022.

CANADAS, M.; MOLINA, M.; GALLARDO, S.; MARTINEZ-SANTAOLALLA, M.; PENAS, M. Let's Teach Geometry. *Mathematics Teaching*, n.218, p.32-37, 2010. Disponível em: <https://eric.ed.gov/?id=EJ889869>. Acesso em: 29 dez. 2022.

CARDOSO, V. C.; GOMES, V. M. S.; LAURENTINO, K. B. A interdisciplinaridade na formação de professores que ensinam matemática: uma construção no contexto do observatório da educação na UFABC. *Revista Paranaense De Educação Matemática*, v.8, n.15, p.239-265, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.33871/22385800.2019.8.15.239-265>. Acesso em: 30 dez. 2022.

CATARINO, P. M. M. C.; COSTA, C.; NASCIMENTO, M. M. da S. Etnomatemática de um artefacto de latoaria do nordeste transmontano português: a almotolia. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática Perspectivas Socioculturales de la Educación matemática*, [S. l.], v.7, n.1, p.126-154, 2014. Disponível em: <https://www.revista.etnomatematica.org/index.php/RevLatEm/article/view/64>. Acesso em: 25 set. 2021.

CAVALCANTI, A.M. de M.; CAPECCHI, M.C.V. de M.; GOMES, V.M.S. Ética e estética em tempos de reafirmar o ser professor: vozes dos que iniciam a carreira. *Rev. Bras. Estud. Pedagog.*, Brasília, v.103, n.265, p.000-000, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.24109/2176-6681.rbep.103i265.5243>. Acesso em: 29 dez. 2022.

CHERIF, A. H.; GIALAMAS, S.; STAMATI, A. Developing mathematical knowledge and skills through the awareness approach of teaching and learning. *Journal of Education and Practice*, v.8, n.13, p.108-132, 2017. Disponível em: <https://eric.ed.gov/?id=EJ1143971>. Acesso em: 30 dez. 2022.

CAVALCANTE, L.; da SILVA, C. A. F.; MENDES, I. Percepção visual e pensamento geométrico nos Anos Iniciais: uma abordagem interdisciplinar com a Arte. *REMATEC: Revista de Matemática, Ensino e Cultura*, v.15(fluxo contínuo), p.16-31, 2020. Disponível em: <https://www.rematec.net.br/index.php/rematec/article/view/121>. Acesso em: 31 dez. 2022.

COLI, J. *O que é Arte*. 15. ed. São Paulo: Editora Brasiliense, 1995.

COUTINHO, S. C. A Práxis Educativa Popular. *Theoria - Revista Eletrônica de Filosofia*, v.4, n.10, p.127-149, 2012. Disponível em: <https://www.theoria.com.br/?p=354>. Acesso em: 11 fev. 2022.

CRAIG, C. K.; PRASAD, P. V.; LUNA, C. Geometric transformations and Talavera tiles: a culturally responsive approach to teacher professional development and mathematics teaching. *Journal of Mathematics and the Arts*, v.13, n.1-2, p.72-90, 2019. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17513472.2018.1504491>. Acesso em: 25 set. 2021.

CUNHA JUNIOR, H. C. Geometria, geometrização e arte afro islâmica. *Revista Teias*, v.14, n.34, p.102-111, 2013. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/revistateias/article/view/24350>. Acesso em: 29 dez. 2022.

DAMÁSIO, A. R. *O erro de Descartes: emoção, razão e o cérebro humano*. 3.ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2012.

DANA-PICARD, TH.; HERSHKOVITZ, S. Geometrical features of a Jewish monument: study with a DGS. *Journal of Mathematics and the Arts*, v.13, p. 60-71, 2019. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17513472.2018.1552067?journalCode=maa20>. Acesso em: 30 dez. 2022.

ERNEST, J. B.; NEMIROVSKY, R. Arguments for Integrating the Arts: Artistic Engagement in an Undergraduate Foundations of Geometry Course. *PRIMUS: problems, resources, and issues in mathematics undergraduate studies* v.26, n.4, p.1-27, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/10511970.2015.1123784>. Acesso em: 31 dez. 2022.

FARRIS, F. A.; TSAO, R. Polyhedral Painting with Group Averaging. *Problems, Resources, and Issues in Mathematics Undergraduate Studies*, v.26, n.4, p.312-324, 2016. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10511970.2015.1110218>. Acesso em: 30 dez. 2022.

FERREIRA, L.; de MELO, R. A. Pintar, dobrar, recortar e desenhar: o ensino da simetria e artes visuais em livros didáticos de matemática para os anos iniciais do ensino fundamental. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, v.26, n.42a, p.291-310, 2012. Disponível em: <http://funes.uniandes.edu.co/28613/>. Acesso em: 30 dez. 2022.

FIANTIKA, F. R.; SA'DIJAH, C.; QOHAR, A.; DARSONO. Link between modern building and Kediri's tradition: an idea to develop teaching-learning equipment. *IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series*, v.1470, p.1-8, 2020. Disponível em:

<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1470/1/012001/pdf>. Acesso em: 29 dez. 2022.

FIEGENBAUM, J.; MATHIAS, C. V. Uma abordagem destinada à compreensão de elementos de Geometria Analítica por meio do software GrafEq. *REMAT: Revista Eletrônica da matemática*, v.3, n.2, p.24-39, 2015. Disponível em: <https://periodicos.ifrs.edu.br/index.php/REMAT/article/view/2472/1760>. Acesso em: 29 dez. 2022.

FIORENTINI, D. Alguns modos de ver e conceber o ensino da matemática no Brasil. *Zetetike*, v.3, n.1, 2009. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/zetetike/article/view/8646877>. Acesso em: 26 jan. 2023.

FIORENTINI, D. Em busca de novos caminhos e de outros olhares na formação de professores de matemática. In: Fiorentini, D. (org) *Formação de professores de Matemática: explorando novos caminhos com outros olhares*. Campinas, SP: Mercado de Letras, 2003.

FLEVARES, L. M.; SCHIFF, J. R. Learning Mathematics in Two Dimensions: A Review and Look Ahead at Teaching and Learning Early Childhood Mathematics with Children's Literature. *Front. Psychol.*, v. 5, 2014. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2014.00459/full>. Acesso em: 5 mai. 2021.

FREIRE, P. *Pedagogia da Autonomia: Saberes necessários à prática educativa*. 43. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2011.

FUENTES, L. C. C. Algunos enfoques de investigación en Etnomatemática. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática Perspectivas Socioculturales de la Educación matemática*, [S. l.], v.7, n.1, p.155-170, 2014. Disponível em: <https://www.revista.etnomatemática.org/index.php/RevLatEm/article/view/107>. Acesso em: 25 set. 2021.

GALVÃO, M. E. E. L.; DE SOUZA, V. H. G.; BASTOS, L. C. Contribuições da Geometria Dinâmica na Introdução ao Estudo de Perspectiva para Alunos do Ensino Médio. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, v.33, n.64, p.790-810, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1980-4415v33n64a17>. Acesso em: 29 dez. 2022.

GÜRBÜZ, M.Ç.; AĞSU, M.; GÜLER, H. K. Investigating Geometric Habits of Mind by Using Paper Folding. *Acta Didactica Napocensia*, v.11, n.3-4, p.157-174, 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/330579858_Investigating_Geometric_Habits_of_Mind_by_Using_Paper_Folding. Acesso em: 29 dez. 2022.

JUNG, C.G. *Obras Completas: Tipos Psicológicos*. v. 6. 7.ed. Petrópolis: Vozes, 2013.

KARSSSENBERG, G. Learning Geometry by Designing Persian Mosaics. *For the Learning of Mathematics*, v.34, n.1, p.43-49, 2014. Disponível em: <https://flm-journal.org/Articles/2E0CB6E94D76C79C2F341680D60F17.pdf>. Acesso em: 29 dez. 2022.

KUMAYAMA, H. O lado romântico da geometria. In: Hellmeister, A.C.P; Raphael, D. M.; Druck, S. *Explorando o ensino da Matemática: atividades*: v.2. Brasília: MEC, SEB, 2004. Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/me001236.pdf>. Acesso em: 28 jan. 2023.

LEAL, C. C. F. Descolonizando la escuela: ¿Es Posible Llevar la Etnomatemática al aula? *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, v.7, n.2, p.222-244, 2014. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/2740/274031870015.pdf>. Acesso em: 31 dez. 2022.

LÚCIO, C. A.; SABBA, C. G. As atividades culturais e a sala de aula no grupo étnico Herero/Helelo do sul de Angola (subgrupo Mucubal e Muhimba). *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, v.8, n.2, p.271-298, 2015. Disponível em: <https://www.revista.etnomatemática.org/index.php/RevLatEm/article/view/211>. Acesso em: 25 set. 2021.

MARTINS, M. C.; PICOSQUE, G. *Mediação cultural para professores andarilhos na cultura*. São Paulo: Intermeios. 2012.

MACIEL, A. DE M.; RÊGO, R. G.; CARLOS, E. J. Possibilidades Pedagógicas do Uso da Imagem Fotográfica no Livro Didático de Matemática. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, v.31, n.57, p.344-364, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bolema/a/D9VJMPS7nT85rcjk6j9Hhzq/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 29 dez. 2022.

MEDEIROS, M. F. Geometria dinâmica no ensino de transformações no plano: uma experiência com professores da educação básica. *Dissertação de mestrado profissionalizante*. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/54888/000855641.pdf?sequence=1&isAlloved=y>. Acesso em: 29 dez. 2022.

MELLO, L. I. P.; RHEINHEIMER, J. M. Por que apenas 5 poliedros de Platão? *REMAT: Revista Eletrônica da matemática*, v.1, n.2, p.1-8, 2016. Disponível em:

<https://periodicos.ifrs.edu.br/index.php/REMAT/article/view/1254>. Acesso em: 29 dez. 2022.

MENDES, I. A. Ensino de Conceitos Geométricos, Medidas e Simetria: Por uma Educação (Etno)matemática com arte. *Revista Cocar*, v.2, n.4, p.35-48, 2008.

MOORE, C.; LINNDER, S. M. Using Dance to Deepen Student Understanding of Geometry. *Journal of Dance Education*, v.12, n.3, p.104-108, 2012. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15290824.2012.701175?journalCode=ujod20>. Acesso em: 29 dez. 2022.

NELSON, C. B. The Experience of a Freehand Visual Art Drawing Lesson for At-Risk Youths on Their Understanding of Basic Geometry. *Nova Southeastern University ProQuest Dissertations Publishing*, 10744522, 2018. Disponível em: <https://www.proquest.com/openview/2c510b271a1489d74a08aad51348c92f/1?pq-origsite=gscholar&cbl=18750>. Acesso em: 29 dez. 2022.

OLGIN, C. de A.; GROENWALD, C. L. O. Temas Contemporâneos integrados ao currículo de matemática do Ensino Médio: projeto com o tema arte. *Ensino em re-vista*, v.27, n.3, p.909-933, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/341388276_Temas_contemporaneos_integrados_ao_curriculo_de_Matematica_do_Ensino_Medio_projeto_com_o_tema_Arte. Acesso em: 31 dez. 2022.

PARSLEY, J.; SORIANO, C. T. Understanding geometry in the dance studio. *Journal of Mathematics and the Arts*, [s. l.], v.3, n.1, p.11-18, 2009. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17513470902864262>. Acesso em: 25 set. 2021.

PELLEGRIN, P. G. S. O ensino de geometria por meio da arte e da tecnologia. *Trabalho de Conclusão de Especialização*. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2015. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/134150/000984674.pdf?sequence=1>. Acesso em: 31 dez. 2022.

POOL, J.; DITTRICH, C.; POOL, K. Arts Integration in Teacher Preparation: Teaching the Teachers. *Journal for Learning through the Arts*, v.7, n.1, 2011. Disponível em: <https://escholarship.org/uc/item/65g5z7wp>. Acesso em: 31 dez. 2022.

QUINTINO, B.; JÚNIOR, V. D. O origami enquanto manifestação artística e possíveis relações com o ensino de matemática. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, v.11, n.4, p.254-274, 2020. Disponível em: <https://revistapos.cruzeirosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/1416>. Acesso em: 29 dez. 2021.

RANCAN, G. Ensino de geometria e arte do origami: experiência com futuros professores. *Anais do II Congresso Nacional de Educação Matemática; IX Encontro Regional de Educação Matemática*. 2011. Rio Grande do Sul: Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Disponível em em: <https://www.projetos.unijui.edu.br/matematica/cnem/cnem/principal/re/PDF/RE14.pdf>. Acesso em: 31 dez. 2022.

RUMANOVÁ, L.; SMIEŠKOVÁ, E. Creativity and Motivation for Geometric Tasks Designing in Education. *Acta Didactica Napocensia*, v.8, n.1, p.49-56, 2015. Disponível em: <https://eric.ed.gov/?id=EJ1064384>. Acesso em: 31 dez. 2022.

SANTOS-LUIZ, C.; MÓNICO, L.; CAMPELOS, S.; da SILVA, C. F. Matemática e música: Sistematização de analogias entre conteúdos matemáticos e musicais. *Revista Portuguesa de Educação*, [S. l.], v. 28, n. 2, p. 271–293, 2015. Disponível em: <https://revistas.rcaap.pt/rpe/article/view/7742>. Acesso em: 25 set. 2021.

SANCHO, A. A.; ALONSO, M. G. La geometría a través del arte en Educación Infantil. *Enseñanza & Teaching: Revista Interuniversitaria de Didáctica*, v.34, n.1, p.93–117, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.14201/et201634193117>. Acesso em: 29 dez. 2022.

SANTOS, M. R.; BICUDO, M. A. V. Uma Experiência de Formação Continuada com Professores de arte e matemática no Ensino de Geometria. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, v.29, n.53, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bolema/a/qMNZMmBkDmVLbgTnn6zv67h/?lang=pt>. Acesso em: 29 dez. 2022.

SANTOS, E. F.; GONÇALVES, H. J. L. A interface entre arte e matemática: em busca de perspectivas curriculares críticas e criativas. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*. v.34, n.68, p.1144-1173, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bolema/a/hTWxf5Jf7cHCJ57cHkDc56j/?lang=pt>. Acesso em: 29 dez. 2022.

SINGULANI, S. de A. A linguagem audiovisual na aprendizagem da geometria espacial: o vídeo "Donald no País da Matemática" como estudo de caso. *Dissertação de mestrado profissional*. Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufjf.br/jspui/handle/ufjf/3256>. Acesso em: 31 dez. 2022.

SOUZA, J. J. L.; FLORES, C. R.; MACHADO, R. B. Entre palavras e imagens de um mundo surreal: pensamentos matemáticos em uma experiência com crianças e Salvador Dali. *Perspectiva*, v.38, n.1, p.01–13, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/204981>. Acesso em: 31 dez. 2022.

- VÁZQUEZ, A. S. *Filosofia da Práxis*. 1.ed. São Paulo: Expressão Popular, 2011.
- VYGOTSKY, L. S. *A formação social da mente*. 7. ed. São Paulo: Livraria Martins Fontes, 2007.
- WALLACE, F. H.; EVANS, M. A.; STEIN, M. Geometry Sleuthing in Literature. *Mathematics Teaching in the Middle School*, v.17, n.3, p.154-159, 2011. Disponível em: <https://eric.ed.gov/?q=geometry+AND+book&id=EJ942411>. Acesso em: 29 dez. 2022.
- WILSON, J. B. A foxy loxy and a lallapalagram. *Teaching Children Mathematics*, v.16, n.8, p.492-499, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.5951/TCM.16.8.0492>. Acesso em: 29 dez. 2022.
- YUDIANTO, E.; SUSANTO, S.; SUNARDI, S.; SUGIARTI, T.; FAJAR, F. A. The ethnomathematics in making woven bamboo handicrafts of osing community in Banyuwangi, Gintangan village as geometry teaching material. *Journal of Physics: Conference Series*, v.1613, p.012011, 2020. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1613/1/012011/pdf>. Acesso em: 31 dez. 2022.
- ZAGO, H. DA S.; FLORES, C. R. Uma proposta para relacionar arte e educação matemática. *Relime [online]*, v.13, n.3, p.337-354, 2010. Disponível em: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-24362010000300005. Acesso em: 30 dez. 2022.