

Pesquisas em Educação Matemática: a História, a Arte e a Etnomatemática em Análise

Research in Mathematical Education: a History, Art and Ethnomathematics under Analysis

Alcione Marques Fernandes¹

Fredy Enrique González²

Berlane Silva Martins³

RESUMO

Este trabalho apresenta três tópicos de pesquisa em Educação Matemática: História, Etnomatemática e Arte. Inicialmente, cada autor apresenta seu assunto particular de interesse de pesquisa. Enquanto História, a pesquisa apresenta a perspectiva da História Social da Educação Matemática – HISOEM – para examinar como aconteceu o processo que propiciou a emergência da Educação Matemática como um campo disciplinar específico. Em seguida, são oferecidos argumentos relativos ao papel que a Etnomatemática poderia ter na elaboração do currículo matemático. Por fim, reflete-se sobre as relações entre Matemática e Arte. Assim os autores com fios da Arte, Etnomatemática e Educação criam uma teia costurada pela História. As pesquisas apresentadas podem ser consideradas como a realidade multifacetada da Educação Matemática, tanto a História Social da Educação Matemática, quanto a relação entre a Matemática e a Arte e a Etnomatemática discutem em sua essência a Matemática como prática sociocultural impregnada de valores culturais e, por isso mesmo, humanos.

PALAVRAS-CHAVE: História Social da Educação Matemática. Matemática e Arte. Etnomatemática. Pesquisas em Educação Matemática

¹ Professora do curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal do Tocantins (UFT), Campus de Arraias. Vinculada ao Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT) no Campus de Arraias. E-mail: alcione@uft.edu.br. ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0133-1031>.

² Profesor Doctor, Visitante de la Universidad Federal de Rio Grande do Norte. Doctor en Educación, con énfasis en Matemática Educativa (Universidad de Carabobo, Venezuela). Master en Matemática, Mención Docencia (Universidad de Carabobo, Venezuela), y Profesor de Matemática y Contabilidad (Instituto Pedagógico de Caracas). E-mail: fredygonzalezdem@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8079-3826>.

³ Doutora em Educação Matemática, linha de pesquisa Tendências Internacionais da História e da Filosofia da Matemática e seus reflexos na Educação Matemática, pela Universidade Anhanguera de São Paulo (2019) e doutora pesquisadora do Grupo de Pesquisa em Etnomatemática - GEPÊm/USP. E-mail: berlane.cedf.gov@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8991-7656>.



ABSTRACT

Three research topics in Mathematics Education are presented: History, Ethnomathematics and Art. First, each author presents his or her particular subject of research interest. In relation to History, the perspective of the Social History of Mathematics Education - HISOEM (acronym in Spanish) is presented to examine how the process that led to the emergence of Mathematics Education as a specific disciplinary field happened. Then arguments are offered regarding the role that Ethnomathematics could play in the development of the mathematical curriculum. Finally, it reflects on the relations between Mathematics and Art. Thus, authors with threads from Art, Ethnomathematics and Education create a web sewn by History. The research presented can be considered as the multi-faceted reality of Mathematics Education, both the Social History of Mathematics Education, and the relationship between Mathematics and Art and Ethnomathematics discuss in its essence Mathematics as a socio-cultural practice impregnated with cultural values and therefore even human.

KEYWORDS: Social History of Mathematics Education. Mathematics and Art. Ethnomathematics. Researches Mathematical Education

Introdução

Este artigo apresenta o tema discutido na mesa-redonda, realizada no XII Workshop de Verão em Matemática da Universidade de Brasília (UnB), no dia 11 de fevereiro de 2020, em que os autores expuseram os assuntos norteadores de suas pesquisas em Educação Matemática para uma plateia composta basicamente por alunos de programas de pós-graduação da UnB e pesquisadores da Educação Matemática, locais e de outras instituições.

A dinâmica adotada para a realização da mesa-redonda foi a palestra de cada um dos pesquisadores e, após esse momento, aconteceu a realização de intervenções, perguntas e questões apresentadas pelos ouvintes, ao que os pesquisadores responderam de acordo com seus diferentes, porém integradores, pontos de vista, desenvolvidos a partir do seu olhar sobre os assuntos de interesse nas suas pesquisas.

História Social da Educação Matemática

Parece existir acordo unânime com o conteúdo da expressão “a educação matemática é uma prática sociocultural” (MENDES; SILVA, 2017). Mas, sobre o significado de “educação matemática” existem controvérsias. Assim, dependendo do contexto, a frase “educação matemática” remete ao ensino da Matemática, ou à didática da matemática, ou à formação matemática à qual todo cidadão tem direito. Para referir esses sentidos, frequentemente é usada a escrita educação matemática, usando minúsculas. O desenvolvimento da educação matemática, em qualquer um desses três sentidos, tem gerado um campo - no sentido que essa expressão tem para Bourdieu (1983, 2004) - de pesquisa tanto prática quanto teórica que, hoje, constitui um âmbito disciplinar específico, nomeado Educação Matemática (iniciais em maiúsculas). A primeira diferença que poderia ser assinalada para distinguir

educação matemática da Educação Matemática é que enquanto a segunda expressão é um substantivo (nome próprio de um campo disciplinar), na primeira expressão, matemática é um adjetivo para qualificar a prática social característica da educação. É assim que a Educação Matemática, no sentido mais geral possível, assume como seu objeto de estudo a educação matemática.

No entanto, como aconteceu o processo que propiciou a emergência da Educação Matemática, entendida como disciplina? Uma resposta possível é dada pela História Social da Educação Matemática – HISOEM.

Relativas à História da Educação Matemática, têm sido desenvolvidas várias perspectivas. Neste trabalho, é assumida a da História Social que leva em consideração as práticas socioculturais (MENDES; SILVA, 2017), associadas aos processos de ensino, aprendizagem, estudo, avaliação, criação das Matemáticas - tanto acadêmicas quanto escolares e cotidianas - que são protagonizadas por diversos autores/atores - tanto reconhecidos como autores/atores de referência (TOULMIN, 1997), quanto anônimos: professores de aula, vendedores de rua, artistas de diversas áreas, artesãos, bonequeiros, costureiras etc.

Desse modo, a HISOEM é uma perspectiva da História da Educação Matemática que vai além das anedotas, das ações dos heróis, dos livros didáticos e outros materiais usados no ensino da Matemática. Trata-se de uma história de um campo disciplinar que leva em consideração noções, conceitos e teorias oriundas da própria Matemática, da História, da Sociologia, da Epistemologia, da Antropologia, da Filosofia e de outras várias ciências humanas. O aspecto central dessa perspectiva é examinar o desenvolvimento no tempo (História) das interações entre os protagonistas (atores e autores de referência) das diversas situações e práticas sociais (Sociologia) nos múltiplos contextos (cenários de difusão) em que são desenvolvidas práticas de ensino, aprendizagem, estudo e avaliação das diversas variedades da Matemática: acadêmica (a criada pelos matemáticos profissionais), escolar (a que é ensinada nas diferentes instituições educativas), cotidiana (a que é utilizada pelas pessoas nas suas variadas atividades cotidianas, tanto profissionais quanto não profissionais, como as dos marceneiros, pedreiros, e muitos outros operários ou técnicos; como também os artesãos, pescadores etc.).

A concepção da Educação Matemática que serve de alicerce à HISOEM considera que a Educação Matemática constitui uma disciplina que tem como campo de estudo a problemática específica da transmissão e aquisição de conteúdos, conceitos, teorias e operações matemáticas no contexto das diversas instituições

escolares e outras instâncias educativas (formalizadas ou não), e que são expressos na forma de conhecimentos teóricos e práticos, relacionados à referida problemática. Tais conhecimentos são gerados pelo trabalho acadêmico que, em conferências, grupos de estudos, palestras, congressos e exposições, é realizado por membros da comunidade matemática internacional que lidam com o ensino e a aprendizagem desta disciplina e que se materializa em relatórios, dissertações, teses, livros e artigos, que são publicados em periódicos ou outras mídias especializadas que lhes servem de suporte, assim como em exposições orais e artefatos produzidos por diferentes comunidades.

Portanto, a HISOEM, segundo Souto (2010, p. 253), assume como seu assunto de preocupação indagatória o desenvolvimento, ao longo do tempo, em diferentes contextos, espaços, cenários, situações sociais e, em geral práticas sócio-históricas e culturais (MENDES; SILVA, 2017; VALERO, 2012) associadas à Matemática Escolar (VALENTE, 2005); o ensino de teorias, noções ou conceitos matemáticos; a formação dos professores que ensinam Matemática; a trajetória das pessoas (histórias de vida) e das instituições (institucionalização) significativas para o desenvolvimento tanto da Matemática, quanto da Educação Matemática. Também são incluídos como temas de interesse para HISOEM as formas como têm sido desenvolvidos os diversos posicionamentos na investigação em Educação Matemática e as diferentes políticas e propostas educacionais relativas à Matemática que se ensina nas escolas e outras instituições educacionais. Além disso, estudos que poderiam ser caracterizados como meta-históricos, tais como as pesquisas que investigam o papel da História da Matemática na formação dos matemáticos profissionais e dos professores que a ensinam, e os que tratam da historiografia da Educação Matemática também são temáticas atraentes para HISOEM. Na construção do repertório de coordenadas teóricas e conceituais de referência (RC T-C R) da HISOEM, levamos em consideração as formulações de Valero (2012), Mendes e Silva (2017), Toulmin (1997) e Bourdieu (1983, 2004).

Em acordo com Valero (2012), a Educação Matemática pode ser assumida como uma rede de práticas socioculturais que, segundo Mendes e Farias (2014 apud MENDES; FARIAS, 2017), vinculam pessoas, individual ou coletivamente consideradas, que as desenvolvem em espaços que, aos poucos, vão se estabilizando até se formalizar e configurar aquilo que Toulmin (1977) denomina “foros profissionais de discussão”. Esses foros estão constituídos por grupos de referência, membros credenciados da profissão, sociedades científicas e jornais, e

eles são muito importantes para a consolidação e evolução de uma disciplina. Nessa dinâmica, alguns dos protagonistas das práticas vão conseguindo se destacar e, assim, influenciam aos outros praticantes, passando a serem “autores ou grupos de referência”. Na concepção de Toulmin (1997), esses autores são pessoas e organizações que exercem um poder que marca o desenvolvimento da ciência.

Assim, as ações desenvolvidas por esses autores de referência, nos cenários de difusão, geram um processo, ao longo do tempo, e, considerando específicas circunstâncias sociais, econômicas, políticas etc. configuram um âmbito disciplinar com características próprias que o diferenciam de outros. Esse processo é chamado de “Evolucionismo Conceitual” (TOULMIN, 1997 apud SÁNCHEZ SIERRA; MORALES GIRALDO; GARCÍA ROLDÁN, 2014) que é uma metáfora para explicar como uma disciplina se constitui, assimilando-a ao processo de geração das espécies biológicas. Segundo Toulmin, o conhecimento evolui de maneira semelhante a das populações orgânicas; por esse motivo, seu crescimento pode ser explicado em termos ecológicos como sucessos funcionais ou adaptativos; isto é, o conhecimento em uma comunidade acadêmica evolui analogamente ao modo de um sistema ecológico. Nesse sentido, as noções colocadas por Toulmin (1997) podem se vincular com a de “Campo Científico” proposta por Bourdieu (1983, 2004).

Toulmin e Bourdieu oferecem, respectivamente, a perspectiva epistemológica e a perspectiva sociológica para fazer o exame do desenvolvimento de um campo disciplinar. Entretanto, como esse processo acontece ao longo de um tempo, é necessário considerar também a perspectiva histórica. Efetivamente, sempre emerge alguma “história” quando começamos a nos indagar o que significa falar de certo conjunto de práticas, concepções e objetos de estudo como um campo específico de conhecimento, ou como uma “disciplina” (no sentido científico). Isso porque todo “campo disciplinar”, seja qual ele for, é histórico, no sentido de que vai surgindo ou começa a ser percebido como um novo campo disciplinar em algum momento, e que depois disso não cessa de se atualizar, de se transformar, de se redefinir, de ser percebido de novas maneiras, de se afirmar com novas intensidades, de se reinserir no âmbito dos diversos campos de produção de conhecimento ou de práticas específicas. Um campo disciplinar é histórico (BARROS, 2011). Em síntese, pode se concluir que a constituição de uma disciplina é um processo epistemológico (TOULMIN, 1997 - Evolucionismo Conceitual), sociológico (BOURDIEU, 1983, p. 204 - Campo Científico) e histórico (BARROS,

2011 - Historicidade dos Campos Disciplinares). Essas três perspectivas são o fundamento da concepção da HISOEM subscrita neste artigo.

A Etnomatemática no currículo escolar

D'Ambrosio propõe um programa de pesquisa com as características lakatosianas, denominado por ele de Programa Etnomatemática, que tem a etimologia da sua palavra em três raízes gregas: "ethno [para um grupo comumente aceito de mitos e valores e comportamentos compatíveis] + Techné [para maneiras, artes, técnicas] + mathema [para explicar, compreender, aprendizagem] " (D'AMBROSIO, 2018, p. 28).

Ao entender o conhecimento como uma produção humana, elaborado por distintos grupos culturais, como uma resposta às necessidades históricas e experimentais do cotidiano e da atuação do indivíduo e do seu grupo na sociedade, a Etnomatemática se situa num contexto etnográfico. Ela visa entender, dentro do contexto cultural do indivíduo, seus processos de pensamento e seus modos de explicar, de entender e de desempenhar-se na sua realidade.

Uma vez que a Etnomatemática admite que toda a atividade humana resulta de situações que a realidade do indivíduo lhe propõe, por meio de sua percepção e de suas habilidades de lidar com essa realidade, utilizando de técnicas e práticas distintas, admite-se, também, que a abordagem dessas situações é cultural e procura-se analisar quais as diferenças cognitivas que resultam dessas diferenças culturais (D'AMBROSIO, 1993). Nessa perspectiva, no Programa Etnomatemática, a análise histórica e o processo de aprendizagem aparecem como importantes instrumentais, do ponto de vista cultural e pedagógico, respectivamente.

No nosso contexto holístico, o enfoque a história consistiria essencialmente em uma análise crítica da geração e produção de conhecimento, da sua institucionalização e da sua transmissão. Dessa maneira, abordamos o processo psicoemocional de geração de conhecimento (criatividade), e o processo intelectual de sua produção, os mecanismos sociais de institucionalização do conhecimento (academia) e de sua transmissão (educação) (D'AMBROSIO, 1993, p. 9), como também a sua presença na execução das práticas sociais mais diversas.

Nesse sentido, a perspectiva sociocultural da Etnomatemática se relaciona com a evolução histórica do conhecimento. Pode-se dizer que esses novos sistemas de conhecimento – maneiras distintas de explicar e entender fatos da realidade –

são uma manifestação das Etnomatemáticas⁴, incorporando-se às novas relações da sociedade em transição (D'AMBROSIO, 1999). O papel da matemática, nesse contexto, desvela-se na produção de conhecimento necessário ao avanço tecnológico. É o enfoque etnomatemático que possibilita resgatar a crítica a essas relações que têm como finalidade manter e/ou expandir as relações de dominação.

Nessa perspectiva, a Etnomatemática, conforme D'Ambrosio (1999), pode ter um papel relevante na elaboração do currículo matemático de modo a dar sentido à análise histórica, sociológica e política da realidade e do desenvolvimento do conhecimento matemático como uma criação humana e, como tal, entender suas riquezas e fraquezas.

De acordo com a concepção de D'Ambrosio, o Programa Etnomatemática se refere a "um programa necessariamente transcultural e transdisciplinar e utiliza métodos de pesquisa das ciências, da cognição, da mitologia, da antropologia, da história, da sociologia (política, economia, educação) e de estudos culturais em geral" (D'AMBROSIO, 2018, p. 190); ou seja, ele tem dimensões e implicações para o processo pedagógico desde as questões existenciais da espécie humana até a elaboração do conhecimento e as representações da realidade.

Para compreender como o Programa Etnomatemática se desenvolve, vamos discutir suas dimensões conceitual, histórica, cognitiva, epistemológica, política e educacional, além de refletir sobre como elas se inter-relacionam com as raízes socioculturais do conhecimento matemático, que têm implicações na perspectiva da ação pedagógica do Programa Etnomatemática.

A Dimensão Conceitual

As teorias e práticas distintas refletem posturas conceituais e enfoques cognitivos distintos, que levam ao desenvolvimento de conhecimentos e a decisões de comportamento necessários para a resolução das questões existenciais para lidar com a realidade⁵. Esse é o enfoque socioantropológico entre sociedade e matemática, descrito por D'Ambrosio (1984) no seu modelo inicial da evolução do

⁴ Etnomatemáticas no plural porque são vários e distintos os modos, os estilos (tica) de entender, explicar e conhecer (matema) os ambientes naturais, sociais, culturais e imaginários (etno) – etnomatemática – para cada grupo cultural, como definido pelo professor Ubiratan D'Ambrosio (1999).

⁵ D'Ambrosio (1993, p. 39) chama de realidade "o terreno em que germinam as reflexões que conduzem a concepções de natureza mitológica e cosmológica, sensorial e sensual e psicoemocional, [...] que incorpora de maneira solidária, tudo como um todo, isto é, os seres, as ideias, as emoções e as coisas".

comportamento e do conhecimento humano em distintos ambientes naturais e socioculturais.

A necessidade de o indivíduo sobreviver e transcender, ou seja, o saber e o fazer, na sua realidade, o torna capaz de criar novas formas de perceber o espaço (aqui) e o tempo (agora), manejar os artefatos (códigos) e mentefatos (símbolos) a partir da sua realidade, gerando novos conhecimentos e elaborando processos cognitivos complexos para modificar a realidade na qual se insere (D'AMBROSIO, 2013).

Para D'Ambrosio, "O ser humano age em função de sua capacidade sensorial, que responde ao material [artefatos], e de sua imaginação, muitas vezes chamada criatividade, que responde ao abstrato [mentefatos]" (D'AMBROSIO, 2013, p. 43). Nesse sentido, a realidade - acúmulo de fatos e fenômenos -, percebida pelo indivíduo que produz mentefatos, que são ideias, valores, crenças e simbologias, e que acrescenta a sua realidade os artefatos, que são suas representações e objetos culturais e as ferramentas tecnológicas - produz conhecimentos, por meio dos seus mecanismos sensoriais e de memória. O processamento dessas informações define a ação, o comportamento e a geração de novos conhecimentos que, compartilhados pelos indivíduos de um grupo, constituem a cultura desse grupo (D'AMBROSIO, 2013).

A Dimensão Histórica

A dimensão histórica do Programa Etnomatemática tem o objetivo de mostrar que a evolução do pensamento e do conhecimento matemático se dá de acordo com as necessidades de sobrevivência e de transcendência dos diferentes grupos socioculturais, frente às necessidades de desenvolver "os instrumentos intelectuais para a sua crítica e para a incorporação de elementos de outros sistemas de conhecimento" (D'AMBROSIO, 2013, p. 45).

Para D'Ambrosio (2013, p. 46-47), a evolução do pensamento ocorre a partir da "aceitação e incorporação de outras maneiras de analisar e explicar fatos e fenômenos, como é o caso das etnomatemáticas, se dá sempre em paralelo com outras manifestações da cultura". Nesse sentido, essa dimensão procura compreender como o conhecimento é construído por meio das experiências individuais e coletivas dos indivíduos e como a humanidade explica os fenômenos matemáticos ao longo da sua história. Esse pensamento leva a uma reflexão sobre a matemática como disciplina, nos currículos escolares, sendo necessário analisar o momento cultural e as experiências individuais e coletivas dos estudantes, para

compreender seus comportamentos e entender como a matemática se situa em seus contextos.

A Dimensão Cognitiva

Essa dimensão considera que o pensamento matemático se manifesta por meio da aquisição, acumulação e disseminação do conhecimento matemático, produzido por distintos grupos socioculturais, ao longo da história. Dessa forma, as ideias matemáticas, como: contar, comparar, classificar, quantificar, medir, modelar, generalizar e avaliar são entendidas como fenômenos social, cultural e antropológico, desenvolvidas em um sistema de conhecimento, de saberes e fazeres de determinados grupos culturais (ROSA; OREY, 2016). Essa é a perspectiva dambrosiana, que afirma "cada grupo cultural tem suas formas de matematizar" (D'AMBROSIO, 1993, p. 17).

Nessa perspectiva, o Programa Etnomatemática considera a utilização de instrumentos materiais (artefatos) e intelectuais (mentefatos) próprios dos membros dos diferentes grupos culturais, que se manifestam nas habilidades para lidar com o seu ambiente natural e sociocultural por meio das próprias técnicas para explicar, compreender e ensinar o saber compartilhado pelos membros desse grupo (D'AMBROSIO, 1993).

Dessa maneira, os processos cognitivos devem ser reconhecidos no contexto intracultural - na mesma cultura - e no contexto intercultural - em distintas culturas -, uma vez que o Programa Etnomatemática reconhece e valoriza as diferentes maneiras de conhecimento e de raciocínio matemático. Logo, a dimensão cognitiva considera que o desenvolvimento de habilidades e conhecimentos dos estudantes é produzido a partir dos contextos social, cultural, econômico, ambiental e político em que vivem.

A Dimensão Epistemológica

Essa dimensão tem a ver com os sistemas de conhecimento, que buscam respostas às questões de sobrevivência e transcendência, por meio de observações empíricas para entender, compreender e explicar a realidade, por meio dos saberes e fazeres de uma cultura. D'Ambrosio (2013) considera um ciclo indissolúvel a dinâmica de geração do conhecimento, de sua organização social e intelectual, de sua difusão e do retorno desse conhecimento àqueles que o produziram, considerando a constante inter-relação dos indivíduos com a realidade e sua ação.

Desse modo, Rosa e Orey (2006) argumentam que o cotidiano está impregnado dos saberes e fazeres culturais, de forma que, a todo instante, o indivíduo está quantificando, medindo, comparando, classificando, generalizando, inferindo, avaliando; ou seja, usando os instrumentos materiais e intelectuais próprios de sua cultura, num saber e fazer matemático na busca de explicações e de maneiras de lidar com os ambientes social, cultural, econômico e tecnológico, que estão impregnados da presença da matemática.

Portanto, a Etnomatemática, além de considerar a evolução do conhecimento matemático a partir de contextos socioculturais distintos, estuda a história e a filosofia da matemática e, por isso, pode ser considerada um programa de pesquisa científica e de caráter holístico, uma vez que se preocupa com a evolução do conhecimento matemático desenvolvido pela humanidade.

A Dimensão Política

A dimensão política é observada quando se posiciona contra a manutenção do estado de dominação, em que se procura manter, no sistema escolar, uma matemática com rigor e a abstração tal que se torna obsoleta à medida que as relações socioeconômicas se modificam (D'AMBROSIO, 2013). Porém, é mantida com legitimação social a fim de ser um instrumento de coerção e seleção do sistema educacional⁶, porque o indivíduo que “não sabe matemática é dito não inteligente” e está excluído de vários setores sociais (TRABAL, 2011).

Cabe, então, uma reflexão sobre o conteúdo e as estratégias de ensino adotadas pela escola a fim de tornarmos uma sociedade “livre de instituições sociais opressivas e formas de vida alienantes” (GIROUX, 1981, p. 122). Recusar a dominação significa uma tomada de consciência e análise que é desencadeada por meio da crítica do conhecimento. Por isso,

A etnomatemática se encaixa nessa reflexão sobre a descolonização e na procura de reais possibilidades de acesso para o subordinado, para o marginalizado e para o excluído. A estratégia mais promissora para a educação, nas sociedades que estão em transição da subordinação para a autonomia, é restaurar a dignidade de seus indivíduos, reconhecendo e respeitando suas raízes. Reconhecer e respeitar as raízes de um indivíduo não significa ignorar e rejeitar as raízes do outro, mas, num processo de síntese, reforçar suas próprias raízes. (D'AMBROSIO, 2013, p. 68).

⁶ A escola surge como um espaço de superação de exclusão social de forma que poderia dizer camuflada, devido à reprovação excessiva que o rigor de disciplinas como a matemática mantém o status de dominação (TRABAL, 2011).

Nessa perspectiva, a Etnomatemática busca valorizar e aprimorar o conhecimento matemático e como ele é ensinado e aprendido no contexto escolar, a partir da incorporação de valores humanos baseados no tripé: ética, solidariedade e cooperação, que tem como enfoque a recuperação da dignidade cultural de grupos socioculturais marginalizados. E esse é um dos objetivos da dimensão política do Programa Etnomatemática (D'AMBROSIO, 2013).

A Dimensão Educacional

O Programa Etnomatemática faz uma crítica aos currículos escolares, que privilegiam a matemática como selecionador social, processo de dominação e estrutura de poder. Isso quer dizer da matemática ensinada nas escolas com caráter propedêutico e conservador, que reforça a exclusão social, uma vez que se caracteriza como “a matemática não é para todos”, devido ao seu rigor acadêmico e científico ao privilegiar conteúdos obsoletos e desconexos com a realidade (D'AMBROSIO, 1993, 2013).

A matemática acadêmica não é rejeitada, mas se deve repensá-la no sentido de incorporar ao currículo escolar as matemáticas produzidas no contexto da modernidade. Porque é a compreensão dessas produções emergentes que permitem a inserção dos jovens na nova organização da sociedade “[...] o essencial da etnomatemática é incorporar a matemática do momento cultural, contextualizada, na educação matemática” (D'AMBROSIO, 2013, p. 71). Por outro lado, "Não se trata de ignorar, nem rejeitar conhecimento e comportamento modernos. Mas sim, aprimorá-los, incorporando a ele valores de humanidade, sintetizados numa ética de respeito, solidariedade e cooperação” (D'AMBROSIO, 2013, p. 69).

Outro fator relevante nesse enfoque é a incorporação das relações interculturais presentes no ambiente multicultural da escola. O respeito ao passado cultural do estudante lhe dará reconhecimento do seu valor e do seu conhecimento, segurança nas suas decisões e dignidade cultural. Isso resultará no reconhecimento de sua própria cultura e no respeito à cultura do outro. Sendo a escola um espaço de produção e organização do conhecimento, ela toma para si a função de acolher e absorver a multiculturalidade em suas relações porque, como argumenta o Professor Ubiratan D'Ambrosio (1999), o respeito à cultura do outro é adquirido por meio do conhecimento.

Nesse direcionamento, a dimensão educacional está relacionada à incorporação de valores humanos na educação, à valorização da cultura dos estudantes e à assimilação de novas culturas ao currículo escolar, bem como à

incorporação de novas matemáticas, que sejam necessárias à preparação dos estudantes para atuarem de forma crítica e responsável na sociedade (D'AMBROSIO, 2013).

Frente a esse panorama, a ação pedagógica da Etnomatemática possibilita relações intracultural e intercultural no que diz respeito às diversas diferenças existentes na sala de aula, oferecendo aos educandos instrumentos necessários para que possam viver com capacidade de crítica, numa sociedade que é, ao mesmo tempo, multicultural e tecnológica.

A construção do diálogo entre a Matemática e a Arte

A relação entre a Matemática e a Arte pode ser estabelecida desde os primórdios do desenvolvimento do homem pré-histórico em suas habitações ancestrais nas cavernas, onde, ao retratar paisagens e animais, concebia minimamente o processo de contagem e de organização do espaço (ZALESKI FILHO, 2013). O pensamento matemático primitivo exposto nas pinturas rupestres ainda pode ser considerado enigmático em vários aspectos. Mesmo diante do desenvolvimento da Ciência, existem várias questões que não foram respondidas, mas é possível estabelecer convergências entre o processo matemático ancestral e a Arte.

A arte rupestre apresenta uma característica comum em diversos locais onde é encontrada; os desenhos normalmente estão próximos de registros de contagens, denotando uma alquimia antiga entre estes dois troncos de conhecimento (SILVA, 2013). Nesse sentido, Brissaud (1978) ressalta que:

O homem, desde sua origem, tem a noção do belo; isto é inegável. Talha seus seixos de maneira a lhes dar uma forma mais regular. Naturalmente, ele se põe a desenhar animais num certo número de objetos e, para tornar mais agradável à vida nas cavernas, decora suas paredes. (BRISSAUD, 1978, p. 235).

Ao longo do desenvolvimento humano, a Matemática e a Arte tiveram momentos de proximidade e de distanciamento: “Nessas muitas idas e vindas pela História, foi possível encontrar pontos em comum entre a Matemática e a Arte em caminhos supostamente antagônicos, mas que formaram enlaces justos e perfeitamente compreensíveis” (ALVES, 2007, p. 26). Podemos considerar que, a partir do surgimento da agricultura, o ser humano desenvolveu várias habilidades matemáticas para redimensionar seu espaço e lidar com seu cotidiano. Assim, para guardar os alimentos criou recipientes de barro, para isso utilizou formas como esfera, círculo, cilindro, cone, entre outras; nesse sentido: “São encontradas em

culturas mais longínquas ornamentos geométricos que nos fazem imaginar que as mulheres que os confeccionaram podem ter sido as primeiras matemáticas do planeta” (ZALESKI FILHO, 2013, p. 14).

Neste movimento da Matemática e da Arte os séculos que se seguiram foram significativos desvendando relações intrínsecas no registro das formas, na busca pelo espaço, na leveza dos compassos, no estudo de limites, enfim os sulcos entre as duas, por vezes se misturaram, ganharam distâncias, venceram obstáculos e de todo modo continuam caminhando, movidas e inspiradas pela criatividade. (FERNANDES, 2017, p. 37-38).

Considerando que a Matemática e a Arte possuem raízes comuns, estabelecidas ao longo do seu processo de constituição histórica, ponderamos que a criatividade seja a raiz mais profunda e permanente que conflui estas duas vertentes do conhecimento, ou seja: “A criatividade, como potencial, e a criação, como realização do potencial, se manifestam de modo idêntico, independentemente dos rumos específicos que depois seguirão nas duas grandes vias do conhecimento (arte e ciência)” (OSTROWER, 1998, p. 285, grifo nosso).

A criatividade apresenta-se como processo investigado e pesquisado e que possui múltiplas abordagens, dependendo da área a que se refere; porém, a ideia de criatividade está sempre ligada à busca por novas soluções a diferentes desafios. Como dito por Vergani (2009, p. 179), “Falar em criatividade hoje é falar em irrupção da novidade, qualquer que seja o grau – ou a abrangência – desse ‘parto’ que inaugura a coisa recém-nascida”. Nesse sentido, Ostrower (1987, p. 9) reforça: “O ato criador abrange, portanto, a capacidade de compreender; e esta, por sua vez, a de relacionar, ordenar, configurar, significar”.

A criação é ruptura, descontinuidade, ou seja, “A criatividade é um mutante. Num momento, ela assume uma forma, no instante seguinte outra. Ela é como um espírito deslumbrante que aparece para todas nós, [...] difícil de descrever já que não existe acordo a respeito do que as pessoas vislumbram em seu clarão cintilante”. (ESTÉS, 2018, p. 340).

Para Vergani (2009), a criatividade acontece por meio de estágios: preparação, incubação, insight e manifestação; mas; de qualquer forma; a criação é sempre uma irrupção:

a passagem do antigo ao novo, a eventualidade de recombinações inéditas significa em parte a exploração das virtualidades de um patrimônio. Mas é verdade que isso não explica as rupturas inovadoras (pelo contrário, torna-as mais difíceis de compreender), nem a dinâmica dos processos a ela conducentes. Em larga medida, a estrutura profunda da imaginação continua um enigma. (ENCICLOPÉDIA EINAUDI *apud* VERGANI, 2009, p. 251).

Deste modo, a criatividade permite interligar a Matemática, originalmente ligada ao pensamento racional e analítico, à Arte conectada ao território da sensibilidade, ou seja, ambas são matrizes do conhecimento que epistemologicamente derivam da mesma fonte. Para Almeida (2010, 2012), as matrizes do conhecimento são múltiplas, como a filosofia, a religião, a ciência, as artes e os saberes milenares das populações tradicionais.

Segundo Morin (1999, p. 18), “O conhecimento é, portanto, um fenômeno multidimensional, de maneira inseparável, simultaneamente físico, biológico, cerebral, mental, psicológico, cultural, social”, ou como dito por Maturana (1997, p. 278), “Assim, estritamente falando, a vida humana é sempre um fluir inextricavelmente entrelaçado de emocionar e de racionalidade, através do qual trazemos à mão diferentes domínios de realidade”; nesse mesmo sentido, podemos salientar a descrição sobre emoção feita por Cifuentes (2005, p. 56):

é uma das faculdades humanas fundamentais, junto com a razão. Enquanto faculdade, ela é uma capacidade intelectual, pois permite a percepção e o reconhecimento de um valor e, portanto, é fonte de conhecimento, o conhecimento sensível. Tradicionalmente, assume-se que o conhecimento matemático é, por natureza, puramente racional, o qual significa que, das principais características do ser humano, a razão e emoção consideradas, muitas vezes, como incompatíveis, a única que lidaria com o conhecimento matemático é a razão. Essa tradição baseia-se na tese, que podemos chamar de platônico-cartesiana, de que os objetos matemáticos são ideias desligadas de toda experiência sensível e que à verdade matemática acede-se a razão.

Neste diálogo proposto entre a Matemática e a Arte, adotamos a criatividade como teia fundamental que estabelece os elos de diferentes matizes que entrelaçam as duas matrizes do conhecimento e utilizamos o Programa Etnomatemática cujo:

objetivo maior é dar sentido a modos de saber e de fazer das várias culturas e reconhecer como e por que grupos de indivíduos, organizados como famílias, comunidades, profissões, tribos, nações e povos, executam suas práticas de natureza Matemática, tais como contar, medir, comparar, classificar. (D'AMBROSIO, 2009b, p. 14).

A adoção do Programa de Pesquisa Etnomatemática como escopo teórico-metodológico deste trabalho justifica-se em virtude de sua perspectiva transdisciplinar (D'AMBROSIO, 2009a, 2009b) na abordagem da matemática, tendo em vista que o diálogo proposto deve acontecer entre duas matrizes de conhecimento com fronteiras teoricamente definidas, sendo que: “[...] a etnomatemática inaugura uma perspectiva que assume o novo paradigma holístico, cujos horizontes transcendem as múltiplas cegueiras das práticas massificadas, estandardizadas e parciais” (VERGANI, 2009, p. 219).

A questão que se coloca é: Como identificamos relações entre a Matemática e a Arte por meio da criatividade na perspectiva da Etnomatemática? As dimensões da Etnomatemática, desenvolvidas por D'Ambrosio (2009a) (conceitual, histórica, cognitiva, epistemológica, política e educacional), permitem que se destaque as dimensões: conceitual e epistemológica com vistas a caracterizar metodologicamente a criatividade inerente às práticas etnomatemáticas relacionadas com a Arte.

A dimensão conceitual da Etnomatemática apresenta-se como a capacidade humana de transcendência, para além da pulsão de sobrevivência: “O ser humano age em função de sua capacidade sensorial que responde ao material [artefatos] e de sua imaginação, muitas vezes chamada criatividade, que responde ao abstrato [mentefatos]” (D'AMBROSIO, 2009a, p. 28). Sendo assim, a dimensão destacada permite que sejam respondidas algumas questões que se colocam na observação de artefatos construídos por diferentes povos, etnias e grupos culturais, em que, para além da função de resolver problemas de ordem cotidiana, buscam características do embelezamento.

A dimensão epistemológica, discutida aqui, parte da seguinte definição: “Sistemas de conhecimento são conjuntos de respostas que um grupo dá às pulsões de sobrevivência e transcendência inerentes à espécie humana. São os saberes e fazeres de uma cultura” (D'AMBROSIO, 2009a, p. 37). Entendemos que esta dimensão etnomatemática permite confrontar a transcendência humana na perspectiva da busca pela beleza expressa na Arte, como dito por Ostrower (1998, p. 25):

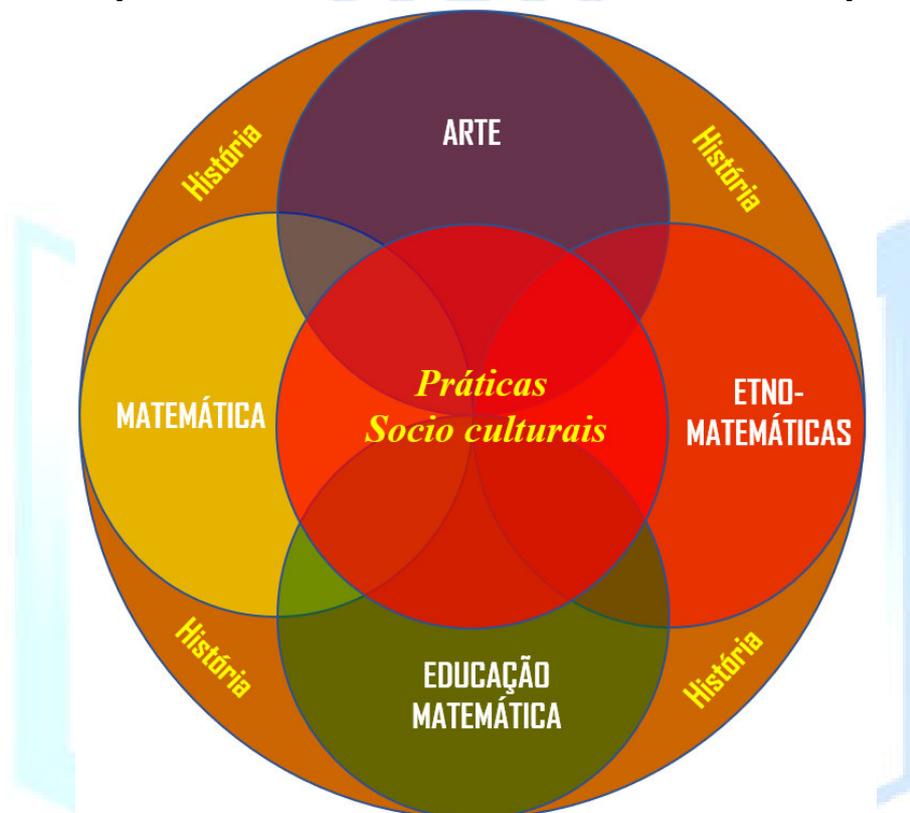
A arte é uma necessidade de nosso ser, uma necessidade espiritual tão premente como as necessidades físicas. A prova disso é o fato irrefutável de todas as culturas na história da humanidade, todas elas sem exceção, desde o passado mais remoto até os tempos presentes, terem criado obras de arte, em pintura, escultura, música, dança, como expressão da essencial realidade de seu viver – uma realidade de dimensões bem maiores do que a utilitarista. As formas de arte representam a única via de acesso a este mundo interior de sentimentos, reflexões e valores da vida, a única maneira de expressá-los e também de comunicá-los aos outros. E sempre as pessoas entenderam perfeitamente o que lhes fora comunicado através da arte. Pode-se dizer que a arte é a linguagem natural da humanidade.

Portanto, a dimensão epistemológica da Etnomatemática permite a confrontação entre a pulsão pela sobrevivência e a pulsão pela transcendência, inerentes tanto à matemática como à arte.

A História, a Arte e a Etnomatemática como dimensões da pesquisa em Educação Matemática

As pesquisas apresentadas podem ser consideradas como a realidade multifacetada da Educação Matemática, tanto a História Social da Educação Matemática, quanto a relação entre a Matemática e a Arte e a Etnomatemática discutem, em sua essência, a Matemática como prática sociocultural impregnada de valores culturais e, por isso mesmo, humanos. Na Figura 1, é pretendido ilustrar as interações que ocorrem entre os campos expostos neste trabalho.

Figura 1 - Interações entre Matemática, Arte, Etnomatemáticas e Educação Matemática



Fonte: Elaboração própria

Como ilustrado na Figura 1, tanto a Arte quanto a Matemática, as Etnomatemáticas e a Educação Matemática podem ser assumidas como práticas socioculturais historicamente situadas e contextualizadas. Relativo às artes, pode ser dito que elas são uma manifestação sublime das seis atividades humanas (contar, medir, localizar, desenhar, jogar e explicar) consideradas por Bishop (1999). Tais atividades, por serem universais, como Bishop afirma, estão presentes nas mais diversas situações sociais (DE CASTILHO, 1984) do fazer cotidiano das pessoas comuns. Nessas situações, são desenvolvidas práticas cuja execução requer por em jogo conhecimentos das mais diversas ordens, inclusive matemáticos,

dado que essas situações propiciam a emergência de conhecimentos matemáticos, entre outras disciplinas. O olhar sobre as matemáticas, emergentes nesses contextos, é objeto de estudo das Etnomatemáticas.

Outro aspecto relevante é que todos esses processos acontecem numa dimensão de temporalidade. Isso significa que as Etnomatemáticas têm um devir no tempo que permite estudá-las numa perspectiva histórica e cultural, conforme Rodríguez (2020). A História contribui com a definição de vários outros campos de estudo: História do Arte (MACHADO, 2008); História da Matemática (SANTOS; D'AMBROSIO, 2007); História da Etnomatemática (PEREIRA; BANDEIRA, 2011) e a História da Educação Matemática (GONZÁLEZ, 2020).

Em síntese Arte, Etnomatemática e Educação Matemática são três faces da atividade humana articuladas no tempo pela História, estabelecendo-se entre elas um conjunto de relações virtuosas que devem ser mais elucidadas. Neste artigo, só pretendemos abrir um espaço para refletir sobre o tema.

Referências

- ALMEIDA, Maria da Conceição de. **Complexidade, saberes científicos, saberes da tradição**. São Paulo: Livraria da Física, 2010. (Coleção contextos da ciência).
- ALMEIDA, Maria da Conceição de. **Ciências da complexidade e educação: razão apaixonada e politização do conhecimento**. Natal (RN): EDUFRN, 2012.
- ALVES, Maira Leandra. **Muito além do olhar: um enlace da matemática com a arte**. 2007. 88f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2007.
- BARROS, José D'Assunção. Uma “disciplina” – entendendo como funcionam os diversos campos de saber a partir de uma reflexão sobre a História. **OPIS**, Catalão (GO), v. 11, n. 1, p. 252-270, 2011.
- BISHOP, Alan. J. **Enculturación matemática: la educación matemática desde una perspectiva cultural**. Traducción de Genis Sánchez Barberán. Barcelona: Paidós, 1999.
- BOURDIEU, Pierre. O campo científico. In: ORTIZ, Renato (org.). **Pierre Bourdieu: sociologia**. São Paulo: Ática, 1983.
- BOURDIEU, Pierre. **Os usos sociais das ciências: por uma sociologia clínica do campo científico**. São Paulo: Unesp, 1983/2004.
- BRISSAUD, Jean-Marc. **As civilizações pré-históricas**. Rio de Janeiro: Otto Pierre, 1978.
- CIFUENTES, José Carlos. Uma via estética de acesso ao conhecimento matemático. **Boletim GEPEM**, Rio de Janeiro, n.46, p. 55-72, 2005.
- D'AMBROSIO, Ubiratan. **The intercultural transmission of mathematical knowledge: effects on mathematical education**. Campinas, 1984.

D'AMBROSIO, Ubiratan. **Etnomatemática**: arte ou técnica de explicar e conhecer. 2 ed. S. Paulo, SP: Ática, 1993.

D'AMBROSIO, Ubiratan. **Educação para uma sociedade em transição**. Campinas, SP: Papirus, 1999. (Coleção Papirus Educação).

D'AMBROSIO, Ubiratan. **Etnomatemática**: elo entre as tradições e a modernidade. 3 ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2009a.

D'AMBROSIO, Ubiratan. Etnomatemática e História da matemática. In: FANTINATO, Maria Cecília de Castelo Branco (org.). **Etnomatemática**: novos desafios teóricos e metodológicos. Niterói: Editora da Universidade Federal Fluminense, 2009b. p. 12-23.

D'AMBROSIO, Ubiratan. **Etnomatemática - elo entre as tradições e a modernidade**. 5. ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2013.

D'AMBROSIO, Ubiratan. Etnomatemática, justiça social e sustentabilidade. In: BOSI, Aníbal. **Editorial**. Estudos Avançados, São Paulo, v. 32, n. 94, p. xi-xi, 12 dez. 2018, p. 189 - 204.

DE CASTILLO, Victoria. Situaciones Sociales y observación participante. **Paradigma**, v. 5, n. 1-3, p. 7-19, 5 fev. 2015. Disponível em <<http://revistaparadigma.online/ojs/index.php/paradigma/article/view/75>>. Acesso em 12 de jan. 2021.

ESTÉS, Clarissa Pinkola. **Mulheres que correm com os lobos**: mitos e arquétipo da mulher selvagem. Rio de Janeiro: Rocco, 2018.

FERNANDES, Alcione Marques. Matemática da Sensibilidade: Entrelaçamento da Matemática com a Arte. **Journal of Mathematics and Culture**. Set. 2017. v. 11, v.1. Disponível em https://journalofmathematicsandculture.files.wordpress.com/2017/09/article-3_alcione_final.pdf. Acesso em 06 de jun. 2020.

GIROUX, Henry. **Ideology, culture and the process of schooling**. Philadelphia: Temple University Press, 1981.

GONZÁLEZ, Fredy Enrique. História, educação e educação matemática: relações virtuosas. In: PINA NEVES, Regina da S.; DÖR, Raquel C. (Org.). **Cenários de pesquisa em Educação Matemática**. Jundiaí [SP]: Paco Editorial, 2020. p. 95-122.

MACHADO, José Alberto Gomes. A História da Arte na encruzilhada. **Varia hist.**, Belo Horizonte, v. 24, n. 40, p. 523-530, Dez. 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0104-87752008000200012>. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-87752008000200012&lng=en&nrm=iso. Acesso em 13 de jan. 2021.

MATURANA, Humberto. **A ontologia da realidade**. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 1997.

MENDES, Iran Abreu; SILVA, Carlos Aldemir Farias da. Problematização de práticas socioculturais na formação de professores de Matemática. **Revista Exitus**, [S. l.], v. 7, n. 2, p. 100-126, 2017. DOI: 10.24065/2237-9460.2017v7n2ID303. Disponível em <http://www.ufopa.edu.br/portaldeperiodicos/index.php/revistaexitus/article/view/303>. Acesso em 7 de jan. 2021.

MORIN, Edgar. **O método 3: o conhecimento do conhecimento**. 2 ed. Porto Alegre: Sulina, 1999.

OSTROWER, Fayga. **A sensibilidade do intelecto**. 2 ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

OSTROWER, Fayga. **Criatividade e processos de criação**. 6 ed. Petrópolis: Vozes, 1987.

PEREIRA, Maria Isabel da Costa; BANDEIRA, Francisco de Assis. A História da Etnomatemática vinculada à História da Matemática. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE HISTÓRIA DA MATEMÁTICA, 9. 2011, Aracajú. **Anais [...]**. Aracajú, 2011. Disponível em <<http://www.each.usp.br/ixsnhm/Anaisixsnhm/apresentacao.php>>. Acesso em 13 de jan. 2020.

RODRÍGUEZ AROCHO, Wanda. Nuevos desarrollos em el enfoque histórico-cultura: su pertinencia para la educación contemporánea. **Paradigma**, Maracay Edo Aragua (Venezuela). p. 1-29, 30 jun. 2020. Disponível em <<http://revistaparadigma.online/ojs/index.php/paradigma/article/view/874>>. Acesso em. 13 de jan. 2020.

ROSA, Milton; OREY, Daniel Clark. Abordagens atuais do programa etnomatemática: delineando um caminho para a ação pedagógica. **Bolema**, Rio Claro, v. 19, n. 26, 2006. p. 19-48.

ROSA, Milton; OREY, Daniel Clark. State of the art in Ethnomathematics. In: ROSA, Milton; OREY, Daniel Clark; D'AMBROSIO, Ubiratan (et al.). **Current and future perspectives of Ethnomathematics as a program. Switzerland**: Springer Open. ICME 13 Topical Surveys. ISSN 2366-5955 (electronic). ISBN 978-3-319-30120-4 (eBook), 2016.

SÁNCHEZ SIERRA, Cristian Camilo; MORALES GIRALDO, Sonia María; GARCÍA ROLDÁN, Diana Vileidy. **Descripción de una ecología intelectual escolar respecto a la comprensión del concepto de Campo Eléctrico**: La argumentación como agente revelador de dicha ecología. 2014. 150f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Matemáticas y Física) – Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Disponível em: <http://ayura.udea.edu.co:8080/jspui/bitstream/123456789/573/1/JE0904.pdf>. Acesso em 06 de jan. 2021.

SANTOS, Claudimar Abadio dos; D'AMBROSIO, Ubiratan. **A História da Matemática como Ferramenta no Processo de Ensino-Aprendizagem da Matemática**. 2007. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática), Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2007.

SILVA, Alessandra Pereira. **Matemática na Arte**: análise de uma proposta de ensino envolvendo a pintura renascentista e a Geometria em uma classe do 9º ano do Ensino Fundamental em Belo Horizonte (MG). 2013. 201f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática). Instituto de Ciências exatas e biológicas, Departamento de Matemática, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, MG, 2013.

SOUTO, Romelia Mara Alves. História na Educação Matemática: um estudo sobre trabalhos publicados no Brasil nos últimos cinco anos. **Bolema**, Rio Claro, v. 23, n. 35B, p. 515-536, abr. 2010.

TOULMIN, Stephen. **La comprensión humana**, v. I: El uso colectivo y la evolución de los conceptos. Madrid: Alianza Editorial, 1997.

TRABAL, Patrick. Una sociología de la enseñanza de las matemáticas. Traducción del francés por Alejandro Rendón Valencia. **Revista Educación y Pedagogía**, Medellín, Universidad de Antioquia, Facultad de Educación, v. 23, n. 59, enero-abril, 2011, p. 227-240.

VALENTE, Wagner Rodrigues. A matemática escolar: epistemologia e história. **Revista Educação em Questão**, Natal, v. 23, n. 9, p. 16-30, 15 ago. 2005.

VALERO, Paola. La educación matemática como una red de prácticas sociales. In: VALERO, Paola; SKOVSMOSE, Ole (eds.). **Educación matemática crítica**. Una visión sociopolítica del aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas. Bogotá: una empresa docente, 2012, p. 299-326. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/281438353_La_educacion_matematica_como_una_red_de_practicas_sociales. Acesso em 08 de jan. 2021.

VERGANI, Teresa. **A criatividade como destino**: transdisciplinaridade, cultura e educação. São Paulo: Livraria da Física, 2009.

ZALESKI FILHO, Dirceu. **Matemática e Arte**. Belo Horizonte: Autêntica, 2013. (Coleção tendências em educação matemática).

Submetido em janeiro de 2021.

Aceito em fevereiro de 2021.