

doi 10.46943/X.CONEDU.2024.GT01.026

CONHECIMENTO DE INTERSEÇÃO MOBILIZADOS POR PROFESSORES AO ARTICULAR GEOMETRIA E ARTES E CULTURAS VISUAIS POR MEIO DA SIMETRIA

Luciana Ferreira dos Santos¹

RESUMO

Este artigo tem como objetivo identificar os conhecimentos pedagógicos do conteúdo mobilizados pelos professores durante o processo de ensino e aprendizagem ao articularem geometria com as artes e culturas visuais por meio da simetria. Utilizamos como aporte teórico os modelos de conhecimento do professor desenvolvido por Shulman (1986, 1987) e adaptada para o ensino da matemática por Ball, Thames e Phelps (2008). Utilizamos como instrumentos de coleta de dados – oficinas, planejamento, observação de aulas e entrevista – mas nesse recorte apresentaremos apenas os extratos da observação de sala de aula. Para categorização e interpretação dos dados usamos análise de conteúdo. Os resultados obtidos apontam que os professores mobilizam conhecimentos que denominamos de “conhecimento de interseção”, entendido como encontro de duas unidades temáticas que se cruzam e tem um elemento em comum, nesse caso, o conteúdo de simetria. Observa-se que os conhecimentos de interseção são mobilizados sob o ponto de vista conceitual – representações, propriedades geométricas -, como também, sob o ponto de vista metodológicos em atividades comuns a geometria e as artes e culturas visuais.

Palavras-chave: conhecimento do professor, conhecimento de interseção, artes e culturas visuais, geometria, simetria.

1 Doutora em Educação Matemática pela Universidade Federal de Pernambuco- UFPE, lfantos20@gmail.com

INTRODUÇÃO

Na literatura sobre o conhecimento profissional de professores, destacam-se nomes como Lee Shulman (1986; 1987), Donald Schön (2000) Maurice Tardif (2000), Antônio Nóvoa (2000) entre outros. Esses pesquisadores consideram que os conhecimentos de professores apresentam uma natureza crítica, criativa e multifacetada, sendo compostos por uma trama que envolve o modo como os professores concebem o conhecer, o fazer, o ensinar e o aprender, bem como o significado que dão a eles, tudo isso, formando um cenário complexo.

No entanto, esses autores não aprofundam a discussão sobre os conhecimentos que os professores mobilizam ao articularem conteúdos de unidades temáticas diferentes. Embora, Shulman (1987), ao discutir o conhecimento pedagógico do conteúdo aponte a importância de o professor articular conteúdo da sua disciplina com outras disciplinas e áreas de conhecimento, o pesquisador não explicita como se caracteriza esse tipo de conhecimento de professores.

Embora, muito se discuta a interdisciplinaridade como uma possibilidade de reestruturação de conhecimento para a produção de um novo conhecimento. Assim como, a relevância da interdisciplinaridade como um procedimento metodológico que se opõe à fragmentação do ensino, buscando a integralidade e totalidade. Entendemos que a interdisciplinaridade é um conceito que busca a interseção entre um objeto, um conteúdo, um tema, um problema de duas ou mais disciplinas para que o aluno elabore uma visão mais ampla da realidade. Além disso, a interdisciplinaridade, sob esta ótica, não se apresenta apenas como uma construção teórica, mas impõe-se como uma prática fundamentada nas relações interpessoais e na organização do saber. Segundo Fazenda (1994, p. 28), “a interdisciplinaridade não se ensina, nem se aprende, mas vive-se exerce-se”.

A natureza do conhecimento interdisciplinar que estamos discutindo nesse texto, acontece através da articulação de unidades temáticas diferentes (geometria e artes visuais) por meio de conteúdo em comum (simetria). Partimos da hipótese que ao articular a geometria com as artes culturais visuais por meio da simetria, o professor mobiliza um tipo de conhecimento que congrega aspectos comuns dos dois campos de conhecimento e que intervêm juntos na ação requisitada, seja em relação ao conteúdo da simetria, seja em relação aos aspectos didáticos e pedagógicos.

A simetria é um conteúdo de interseção, pertencente, simultaneamente ao campo da geometria e ao campo das artes e culturas visuais. Além disso, supõe-

mos que nessa interseção esses dois campos de conhecimento se alimentam mutuamente, uma vez que se estabelecem articulações históricas, conceituais, estéticas e visuais entre geometria e artes e culturas visuais por meio da simetria. Sendo assim, na constituição de conhecimentos de professores, não existem fronteiras rígidas, pois são construídos por entremeios e tessituras (AZEVEDO, 2016).

Nesse recorte, questionamos: quais conhecimentos são mobilizados durante o processo de ensino ao articularem geometria com as artes e culturas visuais por meio da simetria? Temos o objetivo de identificar os conhecimentos pedagógicos do conteúdo mobilizados pelos professores durante o processo de ensino e aprendizagem ao articularem geometria com as artes e culturas visuais por meio da simetria.

Assim, o artigo discorrerá sobre os aportes teóricos, em seguida discutimos a metodologia, depois análise dos resultados a partir de observação da aula e entrevista, e por fim, tecemos as considerações finais.

MODELOS TEÓRICOS DE CONHECIMENTO DO PROFESSOR

As pesquisas acerca do *knowledge base* foram produzidas e serviram de referência para as reformas do ensino básico americano e no mundo durante toda a década de 1990. Destacamos como autores que utilizam o termo “conhecimento do professor” as obras de Shulman (1986) sobre a base de conhecimentos da docência e Ball e colaboradores (2008, 2005, 2003) sobre o conhecimento matemático de professores.

Nesse estudo, apresentamos os dois modelos teóricos de Lee Shulman e Deborah ball (2008) que buscam categorizar e sistematizar o conhecimento docente. O primeiro modelo teórico, *knowledge base*, apresenta três categorias de conhecimento do professor: *subject knowledge matter* (conhecimento do conteúdo da matéria ensinada); *pedagogical knowledge matter* (conhecimento pedagógico da matéria) e *curricular knowledge* (conhecimento curricular). Em trabalhos posteriores, Shulman realiza uma revisão das categorias, propondo novas categorias, mantendo as propostas originais de 1986 são elas:

- *Conhecimento Específico do Conteúdo* refere-se à compreensão de fatos, conceitos, processos e procedimentos de uma área específica de conhecimento.

- *Conhecimento Pedagógico Geral*, refere-se aos princípios e estratégias de gestão e organização da sala de aula. Envolve conhecimentos dos alunos, das teorias, dos contextos educacionais, outras disciplinas do currículo e das políticas educacionais oficiais.
- *Conhecimento dos Contextos Educacionais*, abrangem desde o funcionamento do grupo, da aula, a gestão e financiamento dos distritos escolares até o caráter das comunidades e culturas.
- *Conhecimento dos Fins, Propósitos e Valores Educacionais* inclui o conhecimento dos valores educacionais e seus fundamentos filosóficos e históricos que compõem a educação.
- *Conhecimento dos alunos e suas características* refere-se às particularidades sociais, culturais e psicológicas dos alunos.
- *Conhecimento do Currículo* engloba a compreensão do programa, mas também o conhecimento de materiais que o professor seleciona para ensinar sua disciplina, a capacidade de fazer articulações horizontais e verticais do conteúdo e a história da evolução curricular do conteúdo a ser ensinado
- *Conhecimento Pedagógico do Conteúdo*, é aquele que o professor utiliza ao realizar a adaptação, a transformação e a implementação do conhecimento do conteúdo a ser ensinado, de modo a torná-lo compreensível e ensinável aos alunos. Shulman (2005) compreende o desempenho observável na diversidade de atos de ensino. Esse conhecimento representa também um amálgama entre o conteúdo estudado e a didática que envolve o ensino dele, admitindo, assim, uma compreensão maior sobre como temas e problemas se organizam e vão adaptar-se aos interesses e capacidades de seus alunos. É nesta categoria de conhecimento que ele aponta a possibilidade de articulação entre tópicos de uma mesma disciplina, e articulação entre disciplinas diferentes.

Percebemos que, para Shulman (1986), a base de conhecimento do professor envolve conhecimentos de diferentes naturezas, todos necessários para o desenvolvimento profissional. Contudo, é importante destacar que os conhecimentos do professor são:

Mais limitados em cursos de formação inicial, e tornam-se mais profundos, diversificados e flexíveis a partir da experiência profissional refletida e objetivada. Não são fixos e imutáveis. Implicam

numa construção contínua, já que muito ainda está para ser descoberto, inventado, criado. (MIZUKAMI, 2004, p. 38).

O segundo modelo teórico, Ball, Thames e Phelps (2008) desenvolveram *Mathematical Knowledge for Teaching* (MKT) a partir do modelo teórico de Lee Shulman (1986; 1987), mas, diferentemente do autor, a pesquisadora e seu grupo (2005; 2008) classificam o conhecimento matemático em seis domínios:

- *Domínio comum do conteúdo* é definido como o conhecimento que qualquer pessoa que aprendeu um conteúdo pode apresentar. É uma habilidade usada pelo professor para ensinar, porém esse não é um tipo de conhecimento utilizado exclusivamente para o ensino.
- *Domínio especializado do conteúdo*, é considerado como o conhecimento do conteúdo que o professor deverá possuir de modo compreenda o que faz e não o execute meramente como um conjunto de procedimentos.
- *Domínio do horizonte matemático*, relaciona-se às conexões entre os vários tópicos do currículo. É definido também como a conscientização, por parte do professor, de que existe uma relação entre os conteúdos matemáticos e sua abrangência matemática apresentada nos currículos.
- *Domínio do conteúdo e dos alunos* é a combinação de um conhecimento dos alunos com um conhecimento sobre matemática. Os professores precisam antecipar o que provavelmente os alunos pensam e no que eles podem se confundir. Além disso, os professores precisam escutar e interpretar as ideias incompletas dos alunos; promover interações entre compreensões matemáticas específicas e a forma de pensar dos alunos.
- *Domínio do conteúdo e do currículo* é caracterizado como o conhecimento dos objetivos educacionais, dos padrões, das avaliações ou dos níveis de ensino onde determinados temas são habitualmente ensinados.
- *Domínio do conteúdo e do ensino*, diz respeito, à capacidade de combinar os conhecimentos sobre ensino e conhecimentos sobre a Matemática. De acordo com Ball, Thames e Phelps (2008), as tarefas matemáticas exigirão do professor um conhecimento matemático sobre o papel das instruções que ele está utilizando. Desse modo,

cabem ao professor, portanto, a habilidade de organização da instrução e a avaliação das vantagens de utilizar determinadas representações e exemplos, bem como a decisão e escolha de encaminhamentos para a abordagem de um conteúdo.

Fernandes e Curi (2012) observam entrecruzamentos entre os modelos teóricos de Shulman e Ball. A categoria do conhecimento pedagógico do conteúdo proposta por Shulman (1986) pode ser compreendida por Ball, Thames e Phelps (2008) como conhecimento do conteúdo e dos estudantes, uma vez que o professor, ao analisar um erro cometido por um aluno, sabe o que aconteceu, porque já viu esse mesmo tipo de erro ocorrer outras vezes.

Com relação ao conhecimento do currículo, identificamos que os dois modelos abarcam a compreensão de que os professores devem ter uma visão completa sobre diversidade e variedade de materiais didáticos disponíveis e de programas. Contudo, para Shulman (1986), o conhecimento do currículo compreende também a capacidade de fazer conexões horizontais e verticais entre o conteúdo a ser ensinado e a história da evolução curricular do conteúdo a ser ensinado. Já Ball e colaboradores (2008) compreendem a capacidade de realizar conexões entre os vários tópicos do currículo, nomeadamente com temas a lecionar futuramente, como um domínio de conhecimento, que nomeiam como conhecimento do horizonte.

Em sua revisão, Ball e colaboradores (2005; 2008) não atribuem relevância às categorias de Shulman que discutem o conhecimento do professor pedagógico geral. Em vez disso, buscam discutir os conhecimentos dos objetivos, das finalidades e valores educativos e seus fundamentos filosóficos e históricos, assim como o conhecimento do contexto que abarca desde o funcionamento do grupo ou da aula, a gestão e financiamento dos distritos escolares até o caráter das comunidades e culturas

A SIMETRIA COMO ELEMENTO DE ARTICULAÇÃO DA GEOMETRIA E ARTES E CULTURAS VISUAIS

Basta um conciso olhar sobre a história para identificarmos em imagens interlocuções entre a geometria e artes e culturas visuais por meio da simetria. As Artes “primevas” da nossa pré-história são exemplos, cujos registros geométricos confirmam a hipótese de que a geometria nasceu antes da civilização

egípcia (BOYER, 1974, pp. 4-5). E não se restringiram às civilizações antigas, posto que diversas culturas nas diferentes partes do mundo têm registros de uma Arte com características abstratas e geométricas.

Os povos indígenas contemporâneos apresentam, na pintura corporal e nos artefatos, elementos geométricos semelhantes aos dos povos indígenas que os antecederam. Por exemplo, os Assurinis têm como característica da pintura corporal os motivos geométricos que se repetem criando simetrias ortogonais, translações e rotações. “A maioria dos desenhos, inclusive as estilizações de elementos da natureza, seguem [sic] um padrão chamado *tayngava*, nome ligado ao domínio cosmológico² (MÜLLER, 1987, p.140)”. Os desenhos com motivos geométricos, apesar de abstratos, são reconhecidos dentro da tribo com significados específicos relacionados a elementos da natureza. A seguir, é possível identificar a pintura corporal feminina Assurini inspirada num peixe.

Figura 1 – Renato Delarole, Pintura corporal dos Assurinis, 2015.



Fonte: VIDAL, L. *Grafismo indígena: Estudo de Antropologia estética* 2. Ed. São Paulo: Edudio Nobel, FAPESP, 2000, p 23.

2 Cosmológica nesse texto é interpretado como teorias do mundo. As cosmologias definem o lugar que os humanos ocupam no cenário total e expressam concepções que revelam a interdependência permanente e a reciprocidade constante nas trocas de energias e forças vitais, de conhecimentos, habilidades e capacidades que dão aos personagens a fonte de sua renovação, perpetuação e criatividade (LALLEMAND, 1978).

Nas artes e culturas visuais andinas, também encontramos elementos de simetria. A cultura Chancay pré-colombiana, mais tarde parte do Império Inca que reinou na América Latina em meados do século XV, antes da invasão espanhola, deixou como legado ornamentos repletos de simetrias, como podemos observar no tapete a seguir:

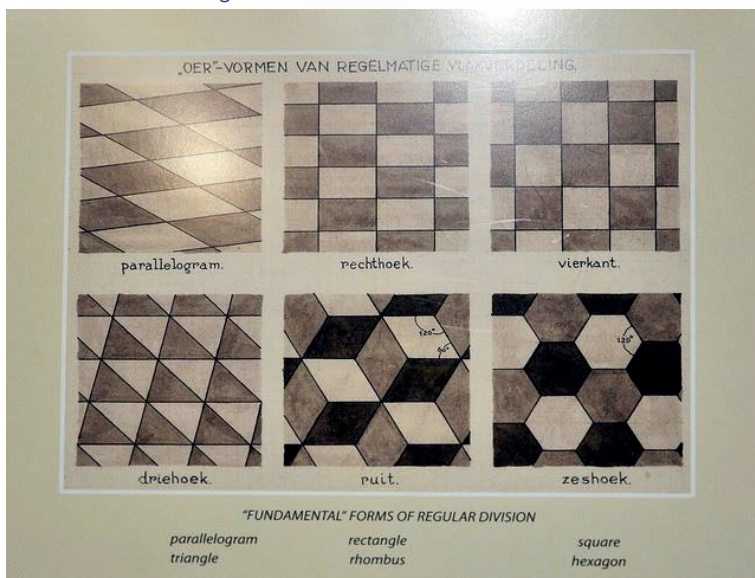
Figura 2 - Tapins Kelin Chancay, 900 - 1400 d.C., Algodão e lana, 26 x 60, 50 cm, Museo de Arte de Lima. Donación Memoria Prado, fotografia de Daniel Giannoni Fonte: <http://www.archi.pe/index.php/search/autor/32/Chancay>.



O interessante é que padrões semelhantes são identificados em culturas mais antigas e bem distantes sob o ponto de vista histórico-cultural e geográfico. Por que nossos antepassados tinham tanto fascínio pelas simetrias, pela ordem, pela seriação? E. H. Gombrich (1988) atribui esse fascínio humano pela ordem à herança biológica e psicológica do homem. O impulso humano é pela ordem e ritmo no espaço e no tempo como uma forma de mitigar o caos em que vive, e isso é expresso na imensa variedade de atividades e conhecimentos humanos, seja nas Artes e na Matemática. Por exemplo, a arte decorativa de inúmeras culturas são manifestações de nossa tendência de criar e procurar um sentido de ordem.

No século XX, inspirado na Arte Islâmica, o artista plástico Maurits Cornelius Escher produziu uma obra inspirada nos ladrilhamentos, na qual substituiu as formas geométricas nuas, tais como paralelogramos, por imagens realísticas; depois, ele se mostrou capaz de transformar essas imagens, fazendo-as evoluir, em vez de se repetirem num padrão estático.

Figura 3 – M. C. Escher, Divisão regular.



Fonte: Catálogo o Mundo mágico de Escher, 2011, p. 62

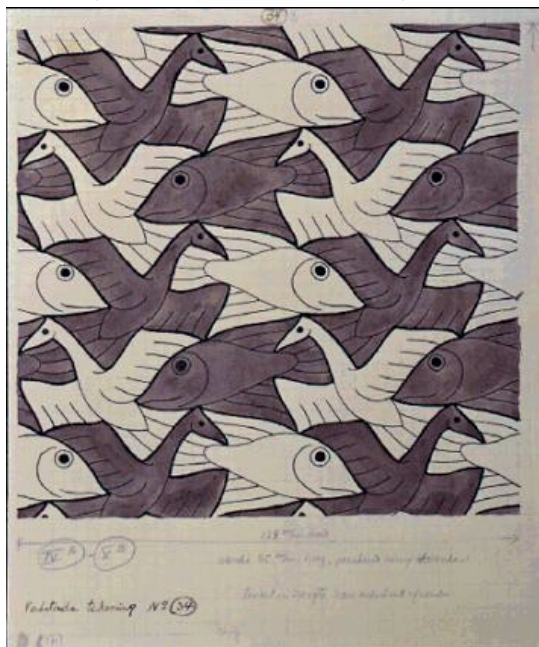
Notamos, na imagem acima, formas fundamentais de divisão do plano, nas quais identificamos cinco exemplos de sistemas baseados no retângulo, cujas três principais características são: translação, eixos (rotação) e deslizamento de reflexão. Pode-se notar isso em um trecho de sua conferência sobre a divisão do plano, citada em *La Magia de Escher*:

Às vezes a gente muda e usa um pouco mais a imaginação, como se demonstra nos desenhos de azulejos mouriscos antes mencionados, que apresentam algumas vezes linhas marginais interrompidas, também, e ângulos côncavos.

Se compreende que estas formas, repetidas ritmicamente, podem tornar-se ainda mais complicadas quanto se desejar e pode alcançar o ponto em que envolve a sugestão de algo conhecido, a silhueta de certo animal, por exemplo. Esta busca de novas possibilidades, este descobrimento de peças novas de um quebra-cabeça, que surpreende e assombra o próprio desenhista em primeiro lugar, é um jogo que sempre me fascina e embeleza uma e outra vez ao longo dos anos. (TJABBES, 2011, p. 58).

Além disso, Escher utilizou o dispositivo de contracâmbio – a correspondência entre a forma positiva e negativa – criando imagens que deslumbram os olhos e nossas mentes com sua assombrosa complexidade. Podemos observar na imagem a seguir.

Figura 4 - M. C. Escher, Pássaro/peixe n.º 34b, 1942, tinta e aquarela.



Fonte: <https://www.mcescher.com/gallery/symmetry/>.

Escher é considerado um artista estupendo em seus trabalhos por conseguir harmonizar as formas e conceitos complexos de simetrias como: translações, rotações e reflexões, tornando-as mais simples aos nossos olhos.

São inúmeras obras de artes que comprovam que a geometria e as artes e culturais visuais são enlaçadas ao longo da história por razões estéticas e visuais, conceituais, sociais e culturais, abrindo espaço para outros territórios, provocando novas zonas de contágio e reflexão. Para produzir uma imagem simetria o artista precisa mobilizar conhecimentos matemáticos sobre propriedades geométricas. Para o matemático Stewart (2012) existem três palavras-chaves de definição da simetria: transformação, estrutura e preservação. Ele toma como exemplo um triângulo equilátero.

Transformações. Podemos fazer algumas coisas no nosso triângulo. Em princípio, existem muitas coisas que podem ser feitas: torcê-lo, girar em torno de algum ângulo, amassá-lo, esticar com um elástico, pintar de cor-de-rosa. Mas nossa escolha é mais limitada, por causa da segunda palavra. **Estrutura.** A estrutura do nosso triângulo consiste em seus aspectos matemáticos considerados significativos. A estrutura de triângulos inclui coisas como “três lados”, “os lados são retos”, “um lado tem 18,36 cm”, “está

situado em determinada localização no plano”, e assim por diante. [...] *Preservação*. A estrutura do objeto matemático deve se conformar com a original. O triângulo transformado também deve ter três lados, por isso, não podemos entortá-lo. Um dos lados deve ter 18,36 cm, por isso, também é proibido esticar o triângulo. A localização deve ser a mesma, por isso não podemos deslocá-lo três metros para o lado. (STEWART, 2012, p. 145).

Assim, compreende-se que a simetria de um objeto matemático é uma transformação que preserva a sua estrutura. Com isso, a simetria deixa de ser apenas uma vaga impressão de regularidade, sensação artística de elegância e beleza construída ao longo da história da Arte, e torna-se também uma concepção matemática com uma rigorosa definição lógica.

Para tanto, a Abordagem Triangular de ensino de artes e culturas visuais, também é uma aliada para articulação da geometria com as artes e culturas visuais por meio da simetria. Isso porque, as ações de ler imagens e fazer artístico são atravessadas pela contextualização para que haja produção de sentido. Barbosa (2008) ressalta que, a Abordagem Triangular, por ser um sistema aberto, não estabelece hierarquia entre as ações. De acordo com Azevedo (2016, p. 80) a AT “compõe um sistema complexo e por isso pode ser compreendida como teoria”. Em outro trecho, Azevedo (2016, p. 80) afirma que, “é uma teoria aberta por seu caráter dialógico, isto é cada arte/educador tem a autonomia de reinventá-la ao seu modo”.

Considerando o encadeamento entre as ações de contextualização, fazer artístico e leitura de imagem, Barbosa (2009) utiliza a metáfora do zigue-zague para ilustrar a importância da contextualização e o modo como arte-educadores têm utilizado de forma autônoma a Abordagem Triangular. “[...] o contexto se torna mediador e propositor, dependendo da natureza da obra, do momento e do tempo de aproximação do criador” (BARBOSA *apud* AZEVEDO, 2016, p. 103)

METODOLOGIA

Os caminhos que tentamos trilhar na construção da metodologia ancoram-se, sobretudo, em posturas teóricas que compreendem a pesquisa como experiência criadora, nutrida pelo modelo teórico de conhecimento do professor de Shulman (1986, 1987), assim como nas discussões sobre a teoria da

Abordagem Triangular como teoria de interpretação do universo das artes e culturas visuais de Barbosa (2009).

A partir desse embasamento teórico, desenvolveremos nossos instrumentos de coleta de dados, que, do ponto de vista operacional, estão divididos em quatro etapas distintas - oficinas, planejamento, observação da aula e entrevista -, nesse texto nossa análise irá incidir sobre os dados coleados na observação e entrevista através da categoria e subcategorias conforme apresentado no quadro 1:

Quadro 1 – Conhecimentos e tipos de atividade desenvolvidas

Categorias teóricas	Subcategorias unidades de contexto
Mobilização de Conhecimento pedagógico do conteúdo: articulação da geometria com as artes e culturas visuais por meio da simetria	• utiliza das ações de ensino da arte (introduzir conteúdo e representação visual de conceitos); • Mobiliza conhecimentos sobre variáveis didáticas no conceito de simetria;

Fonte: Elaboração realizada pela autora (2019).

Utilizaremos a Análise de Conteúdo, sistematizada a partir dos estudos de Bardin (2009). A escolha Análise de Conteúdo justifica-se pelo fato de ela possibilitar a organização, categorização e interpretação sobre a abordagem quantitativa e qualitativa. Devido à especificidade do nosso objeto de pesquisa, optamos pela Análise Temática, por ser técnica que permite descobrir os núcleos de sentido que compõem a comunicação, seja através da frequência, presença ou ausência das unidades de significação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

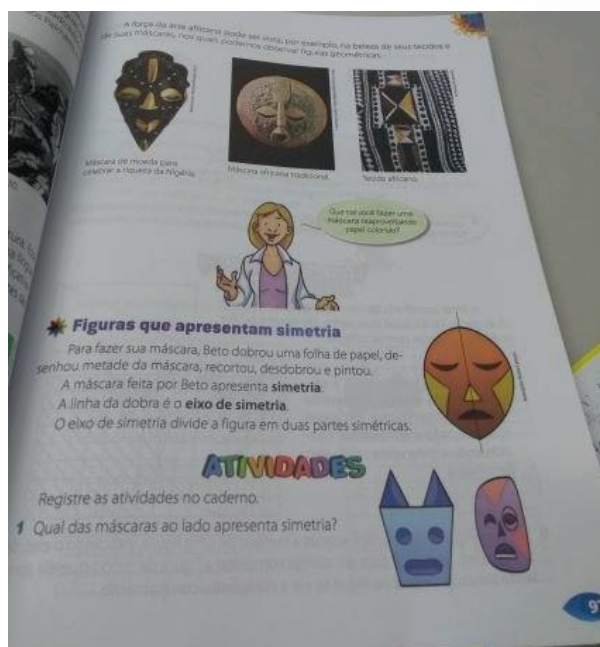
Quanto a essa categoria de conhecimento, Shulman (1987) a compreende como desempenho observável na diversidade de atos de ensino. Ball, Thames e Phelps (2008), por sua vez, acreditam ser o domínio que combina os conhecimentos sobre ensino e conhecimentos sobre a Matemática. Dessa forma, muitas das tarefas matemáticas exigirão do professor um conhecimento matemático sobre o papel das instruções que ele está utilizando. É o professor, portanto, quem deve avaliar as vantagens e desvantagens das instruções e das representações usadas para ensinar um conteúdo específico e o uso de métodos e técnicas diferentes. Assim, analisaremos as ações didáticas realizadas pelas professoras P(3), P(6), P(7) e P(9) e observadas após a realização das oficinas.

No decorrer de nossa análise, vamos apresentar todas as características observáveis de um processo de ensino e aprendizagem e os conhecimentos mobilizados pelas professoras.

UTILIZA DAS AÇÕES DE ENSINO DA ARTE (INTRODUZIR CONTEÚDO E REPRESENTAÇÃO VISUAL DE CONCEITOS)

Identificamos que as professoras utilizam ações de ensino da arte para introduzir conteúdo e representar visualmente conceitos abstratos. A atividade de **leitura de imagens** de máscaras africanas presentes no livro didático de matemática foi utilizada para iniciar e introduzir a discussão sobre simetria de reflexão pela professora P(7). No trecho a seguir, podemos identificar como a atividade foi conduzida pela professora e os elementos de compreensão da docente sobre a arte e sua relação com a geometria por meio da simetria dentro da cultura nigeriana.

Figura 5 - Atividade do livro didático



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

P(7) - [...] Agora abram o livro na página 97. Nesta página, estamos falando de cultura negra. Quem tiver o livro pode ver que tem figuras de máscaras nigerianas. **Se passar uma linha no meio, irá ver que os dois lados das máscaras são iguais.** Se fizer um tracinho, um lado é igual ao outro. E

*aqui também tem uma máscara tradicional e tecidos africanos que mostram a arte geométrica. Os artesãos de alguma forma utilizam a geometria, embora não tenham ido para escola estudar geometria; isso é natural da cultura deles. Na cultura deles, desenvolveram esse **gosto pelas formas geométricas e simétricas fazendo linhas, retas, composições simétricas**, mas se formos olhar em outras culturas têm mais as linhas sinuosas, têm outros tipos de adereços. Então, cada cultura tem sua maneira de se expressar através da arte. Então o que vamos trabalhar aqui é justamente a simetria na arte africana.*

(Prot.11, observação de aula 3)

Observamos que os conhecimentos mobilizados na leitura das imagens por P (7) destacam os eixos de simetria presentes em uma das máscaras, mas principalmente apontam para a relação entre geometria e arte visuais presentes naquela cultura ao ressaltar os elementos visuais (linhas, formas, retas, composições simétricas) através dos quais os conceitos são representados. Percebemos que, na leitura de imagem, a professora realiza a decodificação dos signos dessa linguagem da arte, o estudo de seus elementos, sua composição, técnica, organização formal, qualidades, etc. Mas, além disso, a professora ressalta que cada cultura tem sua maneira de se expressar através da arte, sendo a simetria uma característica da arte africana. Esse aspecto é muito positivo, pois assim ela aponta para a diversidade cultural presente no mundo da arte e da cultura. Com relação a isso, Barbosa (2008, p.18) afirma que “a leitura do discurso visual, que não se resume a análise da forma, linha, volume, equilíbrio, movimento, ritmo, mas principalmente é centrada na significação que esses atributos, em diferentes contextos, conferem à imagem, é um imperativo da contemporaneidade”. Assim, compreendemos que analisar linhas, formas e simetria dentro do contexto da arte africana o professor mobiliza conhecimento de interseção por ser comum as duas unidades temáticas.

Identificamos que as professoras se preocupavam em **contextualizar** as atividades desenvolvidas, revelando a compreensão sobre a importância dessa ação de ensino das artes visuais. Observamos no trecho a seguir.

P(6)- Vamos fazer um pouco de kirigami, vou falar para vocês o que é o kirigami que é uma arte japonesa que é parecida também com aquela que é origami, a origami vocês já conhecem?

As – Sim.

P(6) - Quem sabe o que é origami?

A (2) – Eu. Origami são várias partes... várias partes e... triângulo, círculo, quadrado, aí você forma um desenho com ela.

A (5) – Origami são várias.

P(6)- GAMI

A (5) - Origami... GRAMI P(6)- Gami G-A-M- I

A (5) – São várias dobras ...

A (6) – São várias ... é um desenho mais cheio de dobras no papel.

P(6) - É quando você faz uma arte no papel com a dobradura. Você vai fazer várias dobraduras e formar um objeto, ou um animal, uma figura. **Eu não consigo formar de jeito nenhum, mas meu irmão forma um pássaro que é um espetáculo. Ele ainda movimento o rabo do pássaro e a cabeça, ele faz assim com o rabo e a cabeça se move. Ele passou a vida toda me ensinando esse pássaro, ele pega um papel desse aqui vai dobrando, vai dobrando, vai para lá, vai para cá, ele dobra tanto e fica um pássaro lindo, né? Não tem corte não, gente. É só dobra, e aí o passarinho dele, a ave dele ainda mexe. Eu tentei aprender, gente, não é uma arte fácil. Tem gente que faz coisas belíssimas, tem gente que faz coisas simples. O kirigami é essa arte tradicional japonesa de recorte o papel, criando representações de determinados seres ou objetos, e até coisas inexplicáveis. O kirigami já é corte de papel, é diferente do origami. O origami é dobra, o kirigami você vai dobrar a partir de um quadrado, transformá-lo em um triângulo, em outro triângulo, pode dobrar outro triângulo. E vai fazer os cortes.**

(Prot.12, observação de aula 4)

A contextualização desenvolvida por P (6) traz o panorama histórico e cultural em que a arte da dobradura foi produzida; como ela se insere no momento de sua produção e como esse momento se reflete nela. Além disso, a professora contextualiza a partir da própria experiência com esse fazer artístico, ao relatar a destreza do irmão e a sua dificuldade. Isso significa que a contextualização vai além do conhecimento da história das Artes ou elementos, regras de composição, estilos, técnicas, materiais, instrumentos. Inclui também o conhecimento e experiências com a arte. Shulman (1987) destaca que faz parte da instrução, do processo de raciocínio e ação pedagógica, a utilização de explicações, descrições e demonstrações relacionadas a própria experiência.

Como **fazer artístico** para construir conhecimentos sobre o eixo de simetria, através da dobradura (kirigami), a professora P3 possibilita a representação de conceitos da simetria e eixo de simetria. O trecho a seguir ilustra a professora instruindo as crianças a realizarem a atividade.

P (3) - *Eu vou pegar um pedacinho de papel... E vou dobrar no meio pra ficar marcado o meio do papel, dobrei, ó! **Igualzinho, quando abri o papel ficou a marca do que dobrei?***

As: *Sim...*

P (3) - *Ficou, não ficou? Todo mundo está vendo? Tá dando pra ver bem? Vou fazer num papel maior.*

(A professora pega um pedaço, dobra com cuidado e em seguida mostra aos alunos) P (3) - *Papel grande... dobrar ao meio, aqui a folha ficou marcada ao meio?* As: *Sim!*

P (3) - *Aí eu agora vou pegar minha tesoura e daqui onde eu dobrei ... eu vou fazer isso aqui, ó. **Estou recortando e deixando o meio sem cortar aqui, ó.** Vou fazer um coração, porque eu gosto de coração.*

(Corta a figura e mostra aos alunos)

P (3) - *Viram? O meio está aqui.*

As: *Viii.*

P (3) - *Quando eu abrir...*

(Mostra a imagem para as crianças)

As: *ficou um coração.*

P (3) - *Ficou um coração, não foi? Mas o que é que está marcado aqui no meio?*

A (2) - *Uma linha.*

P (3) - **Essa linha que está marcada, que está dividindo o meu coração em duas partes iguais, idênticas. Como é que eu sei que elas são iguais? Se eu dobrar onde está a linha, esse ladinho, ele é exatamente igual ao outro lado. Oh! Não tem nenhum pedacinho sobrando, nenhum cabelinho de fora, nenhuma pontinha de diferente. E no meio, bem centralizado, está a linha que eu marquei. Essa linha aqui que eu marquei é o que eu chamo de eixo de simetria.**

(Prot.10, observação de aula 1)

Durante a realização da atividade, a professora mobiliza conhecimentos acerca do conteúdo da simetria ao destacar que o eixo divide a figura em partes iguais, ficando uma ideia de que este é o elemento de referência. Ao referir-se às partes “iguais, idênticas”, a professora queira destacar a sobreposição das figuras. A professora mobiliza as propriedades de conservação dos comprimentos dos segmentos em relação ao eixo e medidas angulares. A linguagem utilizada pela professora não é geométrica, mas é uma adequação realizada ao público, afinal eram crianças do 3º ano do Ensino Fundamental que nunca haviam estudado simetria. Conceitos como equidistância, conservação de medidas dos

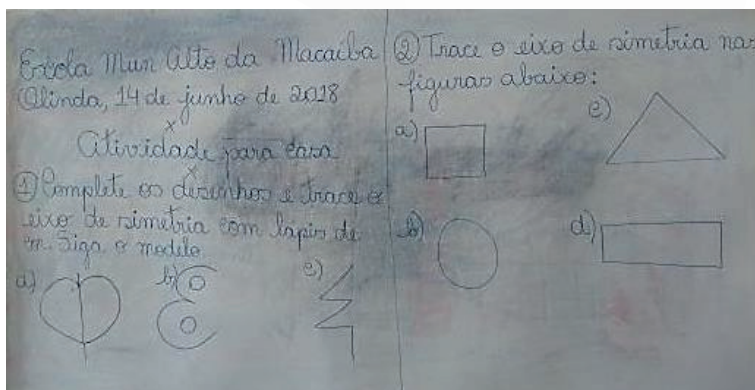
segmentos e conservação de medidas angulares seriam demasiadamente abstratos para as crianças. Com relação a esse aspecto, Ball e Bass (2003) afirma o ensino deve ter conectividade com o domínio matemático no nível estudado, bem como com as ideias matemáticas desenvolvidas e estendidas ao longo do tempo. Além disso, os conceitos expressos pela professora são fundamentais para aprendizagem da simetria, seja na unidade temática da geometria, quanto das artes visuais.

Destacamos que a intencionalidade da professora acerca da articulação da geometria com as artes visuais ficou implícita, embora a dobradura seja uma atividade que transita pelos dois campos. Os pesquisadores Dickson, Brown e Gibson (1991), afirmam que o estudo das transformações pode acontecer através de ações fáceis de serem realizadas por meio de dobras e voltas em papel, através das quais as crianças possam experimentar e gerar descobertas relacionadas às transformações. Toledo e Toledo (2009) e Fainguelernt e Nunes (2006) também sugerem essa técnica não só para construir simetria de reflexão como também translações e rotações. Assim, observa-se que a interseção pode acontecer através de um conteúdo, mas também através de atividades, métodos e técnicas que são comuns as duas unidades temáticas.

MOBILIZA CONHECIMENTOS SOBRE VARIÁVEIS DIDÁTICAS NO CONCEITO DE SIMETRIA

Observamos que os professores também mobilizaram conhecimentos sobre as **variáveis didáticas** relacionadas ao conceito de simetria em suas aulas. Na atividade para casa proposta pela professora P (3) era composta por duas atividades: na primeira, as crianças tinham que completar os desenhos e traçar o eixo de simetria em figuras do mundo físico (coração, borboleta e árvores de natal). Na segunda atividade, as crianças tinham que traçar eixos em figuras geométricas (quadrado, triângulos isósceles, retângulo e circunferência). Podemos observar no trecho a seguir a correção da segunda atividade.

Figura 6 – Atividade de casa



Fonte: dados coletados da pesquisa (2019)

P (3) - No segundo quesito, já tinham as figuras desenhadinhas. E aí, vocês iam desenhar o eixo.

A (6): Olha o meu, tia.

P (3) - Deixa eu explicar uma coisa aqui pra vocês. Dessa atividade aqui, ontem a gente viu... algumas coisas falando de simetria e nós traçamos nas atividades de ontem apenas um eixo, não foi isso? Hoje a gente vai poder ver... que, dependendo da figura, ela pode ter mais de um eixo de simetria.

P (3) - Exatamente! Não precisa ter um eixo só na vertical pode ter também na horizontal. E se eu fizer assim? (a professora traça um eixo na diagonal do quadrado) As - Também.

P (3) - Poderia fazer mais um?

As - Sim, sim...

A (6) - Desse lado. (refere-se ao outro lado da diagonal do quadrado)

P (3) - Aqui?

As: Sim!!!

P (3) Teria também?

As - Sim!!!!

P (3) Quem acha que sim levanta a mão.

(Prot.10, observação de aula 1)

Verificamos que a professora mobiliza de forma clara conhecimento acerca das variáveis didáticas relacionadas ao tipo de figura simétrica e da orientação do eixo de simetria. Ao afirmar que, dependendo da figura, é possível traçar mais de um eixo de simetria, a professora rompe com os conhecimentos construídos, até então, pelos alunos. E amplia no sentido de fazer perceber que existem diversas orientações do eixo de simetria, mas que os alunos precisam estar aten-

tos, se, ao traçar o eixo, as propriedades de conservação da equidistância dos segmentos e a conservação da medida do segmento e ângulo são mantidos. Santos e Bellemain (2007, p.3) destacam que a variável didática é uma ferramenta importante na escolha de problemas que contribuam significativamente para a aprendizagem e na análise dos procedimentos de resolução mobilizados pelos alunos, inclusive nos erros cometidos.

Observamos que a professora P (9) também mobiliza conhecimento sobre variável didática tipo de papel ao utilizar as malhas (quadriculadas e pontilhadas). O trecho a seguir é da entrevista de explicitação realizada após a aula, na qual a professora argumenta sobre a sua escolha didática.

Pq – Por que se trabalha a malha pontilhada e quadriculada?

P (9) – Porque na oficina você trouxe várias malhas e vimos que as malhas geravam dificuldades diferentes para eles. Também procurei trabalhar as simetrias e interligar ao assunto das linhas curvas, abertas e fechadas que também estávamos trabalhando. Para testar o conhecimento deles para ver se alcançavam, porque você viu que eles fizeram muito rápido na malha pontilhada. Aí eu quis testar na outra, percebi que tiveram mais dificuldade na malha pontilhada. Achei engraçado, porque na minha lógica eles teriam menos dificuldade, porque poderiam usar os pontinhos para medir as distâncias, mas não conseguiram fazer isso. Os melhores desenhos ficaram com a malha quadriculada, que pra mim não é tão nítida essa questão. Percebi também que nos movimentos de rotação e translação eles tiveram mais êxito na quadriculada.

(Prot. 14, entrevista com a professora P9)

Na fala da professora, percebemos que ela revela a intencionalidade de trabalhar com os tipos de papel para mobilizar o conhecimento dos alunos. De acordo com Melo (2010, p. 32), “quanto mais sofisticada for a escolha desses valores, maior pode ser a mobilização de conhecimentos, referentes a um mesmo conteúdo”. No entanto, a escolha não saiu conforme o esperado pela professora. Contudo, percebemos que, na condução da aula, a professora realizou análise dos erros cometidos pelos alunos, tornando a atividade seguinte mais fácil.

Em síntese, as professoras mobilizaram conhecimentos pedagógicos do conteúdo que dizem respeito à capacidade de organização da instrução, à avaliação das vantagens de utilizar determinadas representações e exemplos. Identificamos que fizeram boas escolhas de encaminhamentos para a abordagem de um conteúdo sob o ponto de vista geométrico. No entanto, as

articulações da geometria com as artes e culturas visuais foram relacionadas ao fazer artístico. Sentimos falta de mais leitura de imagens, mais contextualização. As análises sobre os desenhos e dobraduras desenvolvidos pelas crianças estavam mais atreladas ao conhecimento geométrico do que ao estético e às artes e culturas visuais, que ficaram em segundo plano.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conhecimento pedagógico do conteúdo compreende ao desempenho observável na diversidade de atos de ensino. Observa-se que a Abordagem Triangular de ensino da artes foi fundamental para mobilização de conhecimentos de interseção através das ações de leitura de imagem, contextualização e fazer artístico.

A leitura de imagens, permitiu que os professores mobilizassem conhecimentos sobre os eixos de simetria presentes em uma das máscaras, apontam para a relação entre geometria e arte visuais presentes naquela cultura ao ressaltar os elementos visuais (linhas, formas, retas, composições simétricas). A contextualização funcionou como mediadora das ações de leitura e fazer artístico. Pois, a professora realizou o panorama histórico e cultural das imagens lidas (máscara africanas) e as dobraduras do tipo Origami e Kirigami. No fazer artístico identificou-se a mobilização de muito conhecimento geométrico acerca do conteúdo da simetria sobre o eixo divide a figura em partes iguais e as propriedades de conservação dos comprimentos dos segmentos em relação ao eixo e medidas angulares.

Por fim, percebe-se que os conhecimentos de interseção podem ser mobilizados em função de um conteúdo comum a duas unidades temáticas, nesse caso, a simetria. Como também, em função de atividades e ações metodológicas, por exemplo, a leitura de imagens ou figuras, o fazer artístico de uma dobradura, resolver uma situação - problemas que envolver e pensar comuns a geometria e das artes e culturas visuais.

Deixamos para estudos futuros as seguintes reflexões: como fomentar práticas de formação inicial ou continuada que mobilizem os conhecimentos de interseção, seja no campo da Educação Matemática seja no da Arte-Educação? Quais seriam as outras formas de provocar conhecimentos de interseção?

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, F. A Abordagem Triangular no ensino das artes como teoria e a pesquisa como experiência criadora. Jaboaão dos Guararapes: **SESC**, 2016.

BALL, D. L.; GOFFNEY, I. M.; BASS, H. The role of mathematics instruction in building a socially just and diverse democracy. *The Mathematics Educator*, 15(1), p. 2-6, 2005.

BALL, D. L.; THAMES, M. H.; PHELPS, G. Content knowledge for teaching: What makes it special? *Journal of Teacher Education*, 59, n. 5, Nov./Dec. p. 389-407, 2008.

BARBOSA, A. M. A imagem no ensino da Arte: anos oitenta e novos tempos São Paulo: **Perspectiva**, 2009.

BARBOSA, A. M. (Org.). Interritorialidade: mídias, contextos e educação. São Paulo: **SESCSP**, 2008.

BARDIN, L. Análise de Conteúdo. 5.ed. Lisboa: **Edições 70**, 2009.

BOYER, C. B. **História da Matemática**. São Paulo: Edgard Blücher, 1974.

DICKSON, L.; BROWN, M.; GIBSON, O. Pensamiento espacial. In: DICKSON, L.; BROWN, M.; GIBSON, O. (Org.). El aprendizaje de las matemáticas. Barcelona: **Editorial Labor**, 1991.

FAINGUELERNT, E. K.; NUNES, K. R. A. Fazendo Arte com Matemática. Porto Alegre: **Artmed**, 2006.

FAZENDA, I. C. A. Interdisciplinaridade: história, teoria e pesquisa. 4. ed. Campinas: **Papirus**, 1994

FERNANDES, V. M.; CURI, E. Algumas reflexões sobre a formação inicial de professores para ensinar matemática nos anos iniciais do ensino fundamental. **REnCiMa**, v. 3, n. 1, p. 44-53, jan./jul. 2012.

GOMBRICH, E.H. *História da arte*. Rio de Janeiro: **Guanabara**, 1988.

MELO, D. M. **A simetria de reflexão**: elementos de concepção mobilizados por alunos do Ensino Fundamental. 114 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática e Tecnológica) – Universidade Federal de Pernambuco,

Recife/PE, 2010. Disponível em: http://repositorio.ufpe.br/bitstream/handle/123456789/3998/arquivo76_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y0 . Acesso em: 22/06/2017

MIZUKAMI, M. G. L. Escola e aprendizagem da docência: Processos de investigação e formação. São Carlos: **EdUFSCar**, 2004.

MÜLLER, R. De como cinquenta e duas pessoas reproduzem uma sociedade indígena: os Asurini do Xingu. Tese (Doutorado) – Departamento de Antropologia, **USP**, São Paulo, 1987.

NÓVOA, Antônio. Formação de professores e profissão docente. In: NÓVOA, Antônio (Org.) Os professores e a sua Formação. Lisboa, Portugal: **Publicações Dom Quixote**, 1997. p.15-33.

RIBEIRO, C. M; MARTINS, F. Sondagens versus censos: Uma primeira discussão do conhecimento matemático para ensinar organização e tratamento de dados. **Exedra**, n. 3, p. 33-50, 2010. Disponível em: http://www.exedrajournal.com/docs/N3/03A-Miguel-Ribeiro_Fernando-Martins_pp_33-50.pdf. Acesso em 11 jul. 2018.

SCHÖN, D.A. Educando o Profissional Reflexivo: um novo design para o ensino e a aprendizagem. Trad.Roberto Cataldo Costa. Porto Alegre: **Artmed**, 2000.

SHULMAN, L. Knowledge and Teaching: foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, v. 57, 1, p. 1-22, 1987. Disponível em: <http://www.ugr.es/local/recfpro/Rev92ART1.pdf>. Acesso em: 31 maio 2015.

SHULMAN, L. Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Research*, n. 15, 5, p. 4-14, 1986. Disponível em: <http://www.ugr.es/local/recfpro/Rev92ART1.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2015.

STEWART, I. Uma história da Simetria na matemática. Rio de Janeiro: **Zahar**, 2012.

TARDIF, M. Ambiguidade do Saber Docente nas Reformas Relativas à Formação Universitária para o Magistério. Texto Digitado, 2000.

TJABBES, P., O mundo mágico de Escher. São Paulo: **Art Unlimited**, 2011.

TOLEDO, M.; TOLEDO, M. Teoria da Matemática: como dois e dois. São Paulo: **FTD**, 2009. "a interdisciplinaridade não se ensina, nem se aprende, mas vive-se exerce-se" .