

ARTE E MATEMÁTICA: TEORIA DE REGISTROS DE REPRESENTAÇÃO SEMIÓTICA E PROPOSTA TRIANGULAR

Arts and Mathematics: the Theory of Registers of Semiotic Representation and the Theory of the Triangular Proposal

Simone Semmer [simone.semmer@gmail.com]

Sani de Carvalho Rutz da Silva [sani@utfpr.edu.br]

Marcos Cesar Danhoni Neves [macedane@yahoo.com.br]

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Ponta Grossa - PR. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia – PPGET

Av. Monteiro Lobato, km 4

CEP: 84016-210 - Ponta Grossa – Pr - Brasil

RESUMO

Tanto a teoria de registros de representação semiótica de Duval, quanto a teoria da Proposta Triangular de Barbosa evidenciam conexões entre os processos cognitivos da primeira, com as ações indicadas pela segunda. Sendo assim, este artigo objetiva apresentar e discutir a interação entre Arte e Matemática no ensino de geometria, propondo uma aglutinação de visualização, a construção e o raciocínio de Duval, com uma análise de imagens, o fazer artístico e a contextualização de Barbosa. Para tanto, inicialmente, é apresentada a teoria de Duval e sua aplicação no ensino de geometria; num segundo momento, apresenta-se a Proposta Triangular de Barbosa e suas aplicações no ensino da Arte. Perante essas apresentações, fundamentou-se a utilização conjunta das duas teorias de aprendizagem, propondo uma possível aglutinação, discutindo suas potenciais aplicações.

PALAVRAS-CHAVE: Teoria de registros de representação semiótica; Proposta triangular; Arte e Matemática; Geometria.

ABSTRACT

Both Duval's theory of registers of semiotic representation and Barbosa's theory of Triangle Proposal show connections between the former's cognitive processes and the actions indicated by the latter. Therefore, this paper aims at presenting and discussing the interaction between the arts and mathematics in the teaching of geometry, proposing a wider visualization: Duval's construction and reasoning with image analysis and the making of the arts and its contextualization in Barbosa's frame. For this purpose, initially, Duval's theory and its applications in the teaching of geometry are presented; subsequently, this paper presents Barbosa's Triangular Proposal and its applications in the teaching of the arts. We suggest a joint use of the two learning theories, proposing a possible assemblage and discussing its potential applications.

KEYWORDS: semiotic representation; triangular proposal; arts and mathematics; geometry.

INTRODUÇÃO

Artistas representam, por meio da pintura, da escultura, do desenho, da gravura e de outras manifestações, suas concepções de mundo, colocando sua interpretação pessoal, seu modo de visualização e sua compreensão de espaço, tempo e cultura.

Assim fez Magritte (1898-1967), em sua obra "A Perspicácia", em que realizou um autorretrato (Figura 1), ou seja, representou a si mesmo olhando para um ovo e pintando a sua versão para o objeto: o artista pintou um pássaro, não um ovo; visualizou no ovo um pássaro, quer dizer, expôs na obra a sua ideia mental do ovo (KRAUSE, 2009).



Figura 1. Perspicácia de Magritte.

Fonte: <<http://www.rene-magritte.org/rene-magritte-paintings.jsp>>

Acesso em: 11 jun. 2013

Da mesma forma, esse pintor, ao usar um poema visual, um caligrama, justificou que o "cachimbo" que pintou numa tela (Figura 2), não era um cachimbo, mas uma representação dele (FOUCAULT, 2004).



Figura 2. A traição da imagem – Magritte.

Fonte: <<http://collections.lacma.org/node/239578>>. Acesso em: 14 jun. 2013.

Ao representar um objeto numa tela, Magritte, intencionalmente, chamou a atenção do espectador, fazendo-o pensar sobre a representação de imagens em

ARTE E MATEMÁTICA...

obras de arte, cuja "representação" do objeto não é o próprio objeto, mas, uma concepção, uma interpretação em relação a ele.

Uma "representação" serve para expressar, designar ou denotar, em palavras ou símbolos, o aspecto, a aparência de alguém ou algo. Assim, matematicamente, pode-se representar uma quantidade de objetos por meio de um símbolo, como se faz ao representar números por meio de numerais ou uma incógnita por meio de uma letra. Historicamente é possível verificar que diversas civilizações utilizaram distintas linguagens, diferentes representações e métodos ao realizar contagens e registros de objetos.

O verbo "representar", quando usado no ensino de Matemática, indica a possibilidade de expor determinado objeto matemático de várias formas, como escrita, notação, símbolo, traçado ou desenho, ou seja, a representação de um número pode ser feita por meio de desenho ou símbolo. Sua compreensão dependerá dos conhecimentos de quem a lê. Como observa-se na Figura 3, as ilustrações "representam", cada uma delas, o número 16, respectivamente da esquerda para a direita: em escrita maia, egípcia, esquemática e romana (IMENES, 1991).

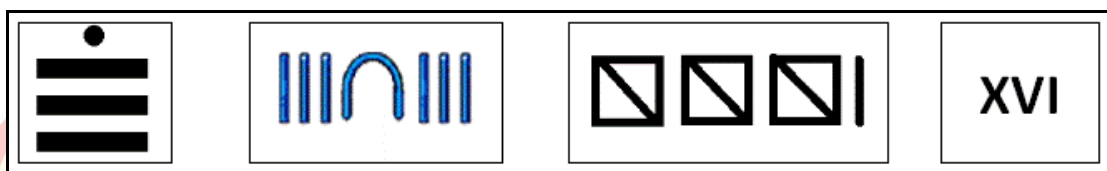


Figura 3. Representações distintas do número 16.

Fonte: Autoria própria, adaptada de Imenes (1991)

No entanto, para um leigo, tais ilustrações poderiam não, representar, necessariamente, o número 16, pois, as interpretações dependem das informações que o leitor possui sobre elas, ou seja, as representações e suas interpretações emergem do conhecimento que se tem delas e do uso das linguagens. Duval (2009) as denomina de representações semióticas.

Segundo esse autor, essas representações semióticas nem sempre são reconhecidas pelos estudantes da forma como o docente almeja, pois há dificuldades cognitivas envolvidas.

As dificuldades cognitivas, segundo Duval (2009), dizem que toda atitude intelectual que necessita de raciocínio, de explicação, de descrição, de cálculo ou de resolução de problema, passam pelas representações semióticas, para que, ao serem convertidas, resultem em aprendizagem. Nessa aprendizagem, fazem parte a visualização, a construção e o raciocínio.

Assim como a aprendizagem de um conceito matemático depende da apreensão ou produção de sua representação semiótica, da mesma forma, a aprendizagem em Arte depende da interseção entre a experimentação, a decodificação e a informação. Barbosa (2005) denomina essa interseção de Proposta Triangular e enfatiza o ensino de Arte a partir da aglutinação de três ações: análise de imagens, fazer artístico e contextualização.

Diante do exposto, o objetivo deste texto é apresentar e discutir que tanto a visualização, a construção e o raciocínio, propostos por Duval, quanto a análise de

ARTE E MATEMÁTICA...

imagens, o fazer artístico e a contextualização da teoria de Barbosa, podem integrar Arte e Matemática, numa aglutinação de ações e procedimentos das propostas teóricas desses autores.

Este artigo está dividido da seguinte maneira: inicialmente, apresenta-se a teoria de representação semiótica de Duval e sua aplicação no ensino de geometria. Em seguida, apresenta-se a Proposta Triangular de Barbosa e suas aplicações no ensino de Arte. E, ao final, fundamenta-se a possível aglutinação dessas duas teorias, discutindo-se uma possível metodologia.

ENSINO DE GEOMETRIA COM REPRESENTAÇÕES SEMIÓTICAS

Segundo Duval (2012, p. 268), objetos matemáticos não devem ser confundidos com suas representações, pois a distinção entre um objeto e sua representação é "um ponto estratégico para a compreensão da matemática."

Segundo esse mesmo autor (2003, 2009), os registros de representação semiótica se referem a significados, a concepções e a comunicações de ideias mentais. Objetos matemáticos (*ibidem*, p. 267) "não estão diretamente acessíveis à percepção ou à experiência intuitiva imediata" como estão os objetos reais. Portanto, é preciso saber representá-los, registrá-los.

Há aqui um paradoxo, uma vez que não se pode ter compreensão em Matemática se não houver distinção entre um objeto e sua representação, e, além disso, é por meio de representações semióticas que se podem compreender objetos matemáticos (DUVAL, 2009, 2012).

Afirma ainda esse autor que apreensão, produção ou registro de uma representação semiótica é chamada *semiósís*, e a apreensão conceitual de um objeto é denominada *noésis*. E reafirma: "Não há *noésis* sem *semiósís*, é a *semiósís* que determina as condições de possibilidade e do exercício da *noésis*" (*ibidem*, 2009, p. 17). Ou seja, a aprendizagem de um conceito matemático depende de apreender ou produzir uma representação semiótica dele. Segundo Duval (2011, p. 68), "o que é matematicamente essencial em uma representação semiótica são as transformações que se podem fazer, e não a própria representação."

Essas representações também precisam ser decodificadas conforme o conhecimento prévio que se tem delas ou de processos análogos, como os de transformação de registros. Ou seja, para haver entendimento num problema matemático, é necessário representá-lo por meio de registros e simbologia própria, bem como decodificá-los, interpretá-los e aplicá-los corretamente. Nesse sentido, segundo Duval (1995), citado por Fainguelernt (1999), ressalta-se a importância da visualização e dos outros dois tipos de processos cognitivos relevantes no ensino de Matemática: construção e raciocínio (Figura 4).

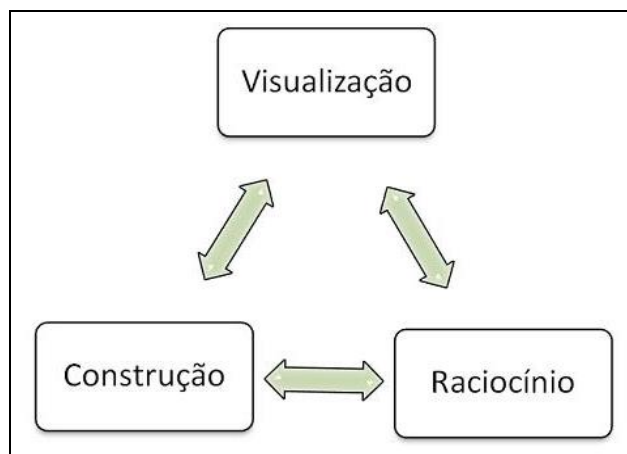


Figura 4. Processos cognitivos importantes no ensino de Matemática.

Fonte: Adaptado de Fainguelernt (1999, p. 54)

Esses três processos cognitivos, quando integrados, principalmente numa atividade de geometria, favorecem o desenvolvimento do pensamento matemático.

Segundo Fainguelernt (1999, p. 54), para Duval, a visualização "é uma passagem às figuras em qualquer caminho que se esteja construindo", pois, "visualização geralmente se refere à habilidade de perceber, representar, transformar, descobrir, gerar, comunicar, documentar e refletir sobre as informações visuais" (*idem, ibidem*, p. 53). Já o processo de construção, para essa autora, dependerá das ligações entre as propriedades matemáticas do conceito que se estará levantando. E, assim, ainda segundo essa autora, envolvendo esses dois processos, decorre o raciocínio, que corresponde à realização ou comprovação de um teorema, axioma e/ou definição, voltando então à visualização a fim de validar a análise realizada.

Para poder validar uma definição e/ou conceito matemático, e se utilizando desses três processos, pesquisas de Educadores Matemáticos (FAINGUELERNT, 1999; DUVAL, 2003 2009; 2011; KALEFF, 2003; MACHADO, 2003; ALMOULOU, 2003; LORENZATO, 2006) sugerem o ensino de geometria ligado a registros de representações semióticas e à habilidade de visualizar tanto objetos do mundo real quanto conceitos e propriedades de objetos matemáticos, bem como a representá-los por meio de registros semióticos desses objetos, como desenhos, gráficos, modelos, esquemas e símbolos.

Os educadores matemáticos acima referidos indicam o trabalho com uma variação de representações do mesmo objeto, ou seja, se o conteúdo a ser estudado for polinômios, por exemplo, o professor pode usar expressões algébricas, modelos com material manipulável e/ou representações geométricas com grades de multiplicação. Se o trabalho for realizado com poliedros, pode-se usar desenhos, modelos tridimensionais, modelos transparentes, utilizando somente arestas, representações tridimensionais em suporte bidimensional, dentre outras representações gráficas.

Ao se utilizar de materiais manipuláveis, Kaleff (2003) explica que a aprendizagem de geometria também emprega métodos didáticos que privilegiam a visualização, usando representações de figuras geométricas. Segundo essa autora, no contexto geométrico, a habilidade da visualização é de suma e fundamental importância, pois a visualização de objetos geométricos privilegia o conjunto das operações mentais envolvidas no processo cognitivo.

ARTE E MATEMÁTICA...

Kaleff (2003) destaca ainda, a importância do entendimento das informações visuais no ensino de Matemática e, propõe atividades de reconhecimento e entendimento de desenhos em perspectiva. A autora sugere procedimentos didáticos envolvendo materiais concretos no estudo de poliedros, principalmente os construídos com material de baixo custo. Alguns exemplos de operações mentais básicas que podem ser inseridas no ensino de geometria são citados pela autora:

Identificar uma figura plana, isolando-a dos demais elementos de um desenho; reconhecer que algumas propriedades de um objeto (real ou imagem mental) são independentes de características físicas como tamanho, cor e textura; identificar um objeto ou um desenho quando apresentado em diferentes posições; produzir imagens mentais de um objeto e visualizar suas transformações e movimentos; relacionar um objeto a uma representação gráfica ou a uma imagem mental dele mesmo; relacionar vários objetos, representações gráficas ou suas imagens mentais para identificar semelhanças e diferenças entre eles. (*idem, ibidem*, p. 16)

Ou seja: no ensino de geometria, as operações mentais citadas por Kaleff são exigidas e, de acordo com o exposto, se baseiam, principalmente, nas pesquisas realizadas por Duval.

Kaleff (2003) lembra que elementos geométricos, como ponto, reta, plano, sólidos e outros, pertencem ao mundo das ideias, mas se originaram no mundo físico e representam abstrações de objetos reais. Para os alunos, segundo ela, essa ambiguidade no ensino de geometria pode se apresentar como uma grande dificuldade, pois, por um lado, eles podem não perceber que os objetos geométricos são abstratos; por outro, entender que podem ser representados graficamente em livro-texto, em tela do computador ou em modelo de papelão. Nesse caso, independente do meio utilizado, todas as representações correspondem ao mesmo objeto geométrico.

A respeito dos meios utilizados, Duval (2009) explica que, do ponto de vista da aprendizagem, existem dois tipos de transformações de representação semiótica: tratamento e conversão. A transformação da representação inicial de um objeto matemático, usando-se apenas um sistema semiótico, é denominada tratamento. Ou seja: numa resolução de equação algébrica em que se pretende descobrir o valor da incógnita, e cujas etapas de resolução utilizam linguagem algébrica, o registro semiótico é um tratamento, pois somente se usou um tipo de linguagem, a algébrica. Entretanto, no caso de uma função algébrica, quando representada por meio de gráfico cartesiano, por exemplo, estará usando dois sistemas semióticos, a linguagem algébrica e o plano cartesiano, tratando-se, portanto, de uma conversão (DUVAL, 2009).

O autor ressalta a importância da diversificação de registros de representação semiótica no ensino, principalmente no ensino de geometria, e também compara registros analógicos com registros de linguagens:

[...] o recurso a registros analógicos (figuras, esquemas, diagramas...) pode igualmente se revelar mais simples e mais possante que o recurso a registros de linguagem (texto descritivo, lista de fórmulas ou de relações...) para a resolução de problemas físicos ou geométricos. Porque as figuras e os esquemas permitem

representar a totalidade das relações entre os elementos, constituindo um objeto ou uma situação. (*idem, ibidem*, p. 81)

Diante do exposto, a conversão passa despercebida no processo de aprendizagem, pois o professor a encara como se fosse uma atividade evidente e natural nas aulas de Matemática. Porém, Duval (*ibidem*, p. 18) explica que a conversão de representações semióticas de objetos matemáticos "não é evidente nem espontâneo para a maior parte dos alunos e dos estudantes." E o autor vai além, expondo dois fenômenos distintos: o de heterogeneidade de dois registros de representação e o de congruência e não congruência entre elas.

A congruência ou não entre duas representações semióticas são indicadas por Duval (2009) em três critérios: correspondência semântica dos elementos significantes, univocidade semântica terminal e correspondência na ordem da organização das unidades compondo cada uma das duas representações.

Os critérios indicados pelo autor podem ser exemplificados com a seguinte situação: o triplo de um número acrescido de duas unidades é igual a dezessete. Essa oração, em linguagem natural, pode ser expressa em linguagem algébrica pela equação $3x + 2 = 17$. Ao fazer a conversão de uma linguagem à outra, organiza-se na mesma ordem, ou seja, realiza-se a leitura da língua natural da esquerda para a direita, então, representa-se a equação na linguagem algébrica no mesmo sentido. Nesse procedimento, estar-se-á utilizando o critério da "correspondência na ordem da organização das unidades."

Da mesma forma, ao verificar que o triplo de um número corresponde a $3x$, têm-se dois signos: o 3 representa o triplo e a quantidade três, além do x que representa o número desconhecido. Costa (2011, p. 05) explica esse critério de Duval com outra equação ($2x + 7 = 5$):

A correspondência semântica das unidades de significado diz respeito a uma combinação binária existente entre as representações. No registro de partida, representado em linguagem natural, uma determinada palavra precisa está associada a apenas um signo. Nesse problema, não se verifica esse fator, pois a palavra dobro está associada a dois signos, ao número 2 e ao sinal de multiplicação.

Ou seja, estabeleceu-se, nessa conversão, o critério da correspondência semântica das unidades de significado, indicando que existe combinação binária entre as representações apresentadas.

No que diz respeito ao terceiro critério, a univocidade semântica terminal acontece quando, numa conversão, a informação é mantida. No exemplo dado ($3x + 2 = 17$), a operação semântica indicava a operação multiplicativa e, mesmo tendo mudado de registro semiótico, a operação multiplicativa continua. Duval (2009, p. 69) explica-a afirmando que "a cada unidade significativa elementar da representação de partida, corresponde uma só unidade significativa elementar no registro de representação de chegada."

Nas palavras do autor:

Esses três critérios permitem determinar a congruência entre duas representações semioticamente diferentes e representando, ao menos, parcialmente o mesmo conteúdo. Duas representações são congruentes quando há correspondência semântica entre suas unidades significantes [...]. A dificuldade da conversão de uma representação depende do grau de não-congruência entre a representação de partida e a representação de chegada (*Idem, ibidem*, p. 69).

Portanto, as representações gráficas, quando visualizadas pelos alunos, podem não ser percebidas na totalidade desejada. De acordo com Duval (2011, p. 91), num mesmo desenho, é possível ter hipóteses diferentes. Não se pode "ter certeza se o que é dado a ver representa realmente a propriedade desejada."

A interpretação visual, no estudo de geometria, compreende figuras e desenhos. Duval explica a oposição entre os termos "desenho" e "figura". Segundo ele, "o desenho é a configuração particular" que pode ser mostrada num suporte como papel, quadro negro ou monitor de computador, enquanto que a figura compreende "propriedades do objeto representado pelo desenho, ou, ainda, a classe de todos os desenhos que podem ser representações visuais desse objeto." (*ibidem, ibidem*, p. 91)

Kaleff (2003, p. 16) afirma que "ao visualizar objetos geométricos, o indivíduo passa a ter o controle sobre o conjunto das operações mentais básicas exigidas no trato com a Geometria." Essa autora indica que a utilização dos modelos de sólidos geométricos (seja em desenhos ou outro modelo concreto) pode auxiliar o aluno a "visualizar, reconhecer e analisar as propriedades geométricas." (*idem, ibidem*, p. 16)

De acordo com Duval (2011, p. 92), "o simples reconhecimento perceptivo das figuras pode ser uma ajuda ou, ao contrário, um obstáculo para resolver um problema." Ou seja: para reconhecer as propriedades dos sólidos geométricos e utilizá-los na determinação de áreas e volumes, a compreensão dos desenhos é fundamental, fazendo conexão entre desenho e figura.

Wong (2010, p. 237) corrobora com essa ideia quando afirma que "é pelo olhar humano que o mundo bidimensional ganha significado", e que, o desenho, quando realizado sob vários pontos de vista, pode se tornar tridimensional, pois o desenhista visualiza mentalmente a forma toda e a faz girar mentalmente, "como se estivesse em suas mãos." Assim, no ensino de geometria, a realização de desenhos de observação de objetos ou modelos, comuns na disciplina de Arte, pode ser um aliado à disciplina de Matemática, principalmente no que tange ao ensino de geometria, pois se poderá tanto analisar, quanto reconhecer propriedades geométricas desses objetos ou modelos.

Seja em geometria ou em outra área da Matemática, Duval (2009, p. 63) ressalta que "a conversão das representações semióticas constitui a atividade cognitiva menos espontânea e mais difícil de adquirir para a grande maioria dos alunos", pois, segundo o autor, a compreensão em Matemática implica a capacidade de mudar de registro naturalmente, sem dificuldades. Da mesma forma, cabe ressaltar que a mudança de registro de um objeto em Arte é a visualização dele tanto na sua tridimensionalidade, quanto na sua representação por meio de desenhos e figuras.

ARTE E MATEMÁTICA...

Já foi mencionado que “não há *noésis* sem *semiósis*”, não há aprendizagem sem representações, nesse mesmo sentido, segundo Vergani (2009), a representação é um elo entre a exploração dos dados e a verificação dos modelos, podendo estar, diretamente ligada, tanto ao real, quanto ao imaginário.

Essa ligação, entre o real e o imaginário, segundo Ostrower (2005), também está relacionada às Artes, enquanto que as representações semióticas e seus registros são ligados à Matemática.

Então, aproximar Arte e Matemática, indicadas por Fainguelernt e Nunes (2006), ligando o real e o imaginário, o concreto e o abstrato, por meio de representações semióticas, pode vir a ser um diferencial no ensino.

Quanto à experiência dessa aproximação, o texto a seguir expõe a construção de conhecimento “quando há interseção da experimentação com a codificação e com a informação” (RIZZI, 2003, p. 66), baseada na proposta triangular de Barbosa (2005).

O ENSINO DE ARTE POR MEIO DE PROPOSTA TRIANGULAR

A proposta de Barbosa (1991), denominada de “Metodologia Triangular”, foi a principal fundamentação dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) de Arte (BRASIL, 1998). Segundo esse documento, “o aluno desenvolve sua cultura de arte fazendo, conhecendo e apreciando produções artísticas. Essas ações integram o perceber, o pensar, o aprender, o recordar, o imaginar, o sentir, o expressar, o comunicar.” (BRASIL, 1998, p. 19)

Segundo as DCE de Arte, essa metodologia foi pensada inicialmente para o trabalho em museus e se adaptou à concepção educacional de que a Arte tem conteúdo específico e compreende uma “articulação entre a produção, a crítica, a história e a estética.” (PARANÁ, 2007, p. 20)

Ao propor essa metodologia, Barbosa (2005) defende a arte não somente como expressão, mas, como objeto do conhecimento, como desenvolvimento cultural cujo ensino exige mais que desenhar, pintar ou modelar; exige a estimulação da alfabetização do olhar. Segundo a autora, “o conhecimento em artes se dá na interseção da experimentação, da decodificação e da informação.” (*ibidem, ibidem*, p. 32)

Ao indicar essa proposta em **A Imagem no Ensino da Arte** (1991), a autora a fundamenta usando a expressão “Metodologia Triangular.” No entanto, em seu livro **Tópicos Utópicos** (1998), salienta que tal designação não é adequada, insistindo para que se utilize a expressão “Proposta Triangular do Ensino da Arte.” A autora justifica a nomenclatura de sua proposta:

[...] no ensino da arte, surgiu a abordagem que ficou conhecida no Brasil como Metodologia Triangular, uma designação infeliz, mas uma ação reconstrutora. [...] Culpo-me por ter aceitado o apelido e usado a expressão Metodologia Triangular em meu livro **A imagem no Ensino da Arte**. Hoje, depois de anos de experimentação, estou convencida de que metodologia é construção de cada professor em sua sala de aula e gostaria de ver a expressão Proposta Triangular

substituir a prepotente designação Metodologia Triangular. (*ibidem*, 1998, p. 33)

Assim, de acordo com as indicações dessa autora, cabe aqui salientar que, neste artigo, se usará tanto uma quanto outra expressão, dependendo da literatura consultada.

O ensino da Arte, segundo Rizzi (2003), deve ser realizado a partir de três ações: ler obras de arte, fazer arte e contextualizar. A leitura de obras de arte desperta, segundo a autora, a capacidade crítica dos alunos; o fazer arte representa o experimentar, o reproduzir e o criar, sempre com base num referencial; a contextualização refere-se ao conhecimento, ao histórico, à cultura. Rizzi ainda salienta que a "Proposta Triangular do Ensino da Arte" não segue uma ordem específica para as três ações, mas as integra na busca de significados.

Ou seja: ao ler obras de arte, realiza-se análise de imagem, decodificando-a. Essa decodificação, segundo Barbosa (2005, p. 37), "envolve análise crítica da materialidade da obra e princípios estéticos ou semiológicos, ou gestálticos ou iconográficos." Para essa autora, "a imagem é considerada campo de estudo, e o que constitui a aprendizagem é a construção de significados pelo observador." (*ibidem*, *ibidem*, p. 44) A autora ainda enfatiza que a criança, na escola, deve, ao ser mediada pelo professor, ler "palavras, gestos, ações, imagens, necessidades, desejos, expectativas, enfim, fazer leitura" de si mesmo e do mundo em que se vive (*ibidem*, *ibidem*, p. 35), ou seja, deve-se realizar a leitura como interpretação cultural, numa alfabetização, pois cultura sinonimiza prática.

Essa leitura ou análise implica questionamentos, busca de informações, intuição, descoberta e crítica, e, nessa interpretação, não há certo ou errado. Entretanto, deve-se ter o cuidado de interpretar a obra em consonância com seu observador, e não a obra e seu realizador. (RIZZI, 2003)

Ao realizar o trabalho em *ateliê*, realiza-se a ação correspondente ao fazer artístico, ou seja, trata-se do momento da criação, da composição e da experimentação, em que os estudantes interagem com a diversidade de materiais e os usam em função dos objetivos mediados pelo professor e de seu conhecimento e interpretação, experimentando o domínio da prática artística. (*idem*, 2003)

Na ação da contextualização, inserem-se as informações advindas da História da Arte e de outras áreas do conhecimento. É a integração da arte e da ciência, estabelecendo-se relações interdisciplinares. Segundo Barbosa (2005, p. 37): "A história da arte ajuda as crianças a entender algo do lugar e tempo nos quais as obras de arte são situadas. Nenhuma forma de arte existe no vácuo: parte do significado de qualquer obra depende do entendimento de seu contexto."

A contextualização, segundo essa autora (1998, p. 37), era prioritariamente histórica. Atualmente, associa-se o pensamento holístico e a contextualização, podendo "ser histórica, social, psicológica, antropológica, geográfica, ecológica, biológica etc." A autora ainda explica que contextualizar é estabelecer relações e que, no processo de ensino e de aprendizagem, a contextualização leva à interdisciplinaridade.

As três ações - ler obras de arte, fazer arte e contextualizar - podem ser também substituídas por respectivos sinônimos, como codificação, experimentação e

ARTE E MATEMÁTICA...

informação, ou ainda, respectivamente, pelos seguintes termos: análise de imagem, fazer artístico e histórico da obra.

De acordo com Barbosa (1998), alguns professores entenderam erroneamente a proposta, aplicando cada ação separadamente, ou seja, usavam a contextualização, a leitura de imagens e a produção artística sempre na mesma sequência ou se limitavam a usar apenas uma das ações.

Nesse contexto, Barbosa (1998) explica que as ações devem ser trabalhadas de forma integrada, sem ordem preestabelecida, e é o professor da disciplina que faz a articulação entre ela, conforme o objetivo pedagógico. Dessa forma, o educador passa a ser um mediador cultural, quando trabalha leitura de imagens e utiliza a contextualização, ou quando, a partir da produção artística, foca a contextualização do resultado. Essa relação pode ser visualizada na Figura 5, em que as setas não seguem uma única direção, configurando a integração entre as três ações.

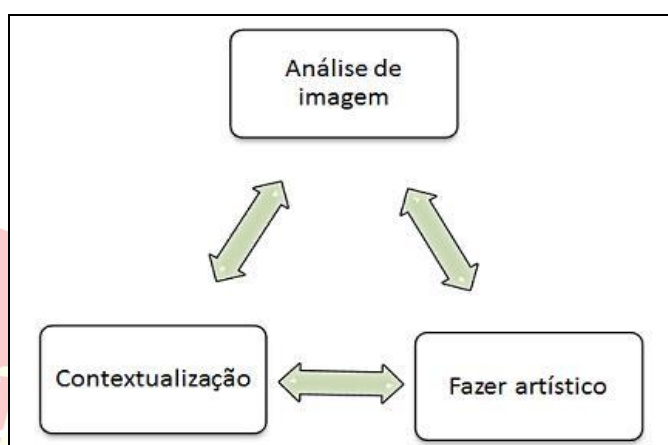


Figura 5. Metodologia Triangular.

Fonte: Adaptado de Barbosa (1998, p. 37-38)

Essa integração, quando realizada pelo professor de Arte, pode desencadear, segundo Rizzi (2003, p. 70), "três ações decorrentes: decodificar/codificar, experimentar, informar e refletir." Segundo a autora, pode-se relacionar à ação "ler obras de arte" a crítica e a estética; à ação "fazer artístico", inserir a prática artística e, à ação "contextualização", colocar as relações entre arte e outras áreas do conhecimento.

PROPOSTA DE INTERAÇÃO DAS TEORIAS DE DUVAL E BARBOSA

Interpretar e analisar obras de arte são ações que subentendem apreciar imagens, realizadas pelo ser humano, decifrando informações decorrentes das técnicas utilizadas pelo artista, o período histórico em que a obra foi realizada, e reconhecer a diversidade de sentidos e de culturas que a obra pode proporcionar, bem como ter o entendimento da produção artística.

Segundo Barbosa (1998, p. 46), "interpretações são qualificáveis e, portanto algumas interpretações podem ser melhores que outras" e, como implicam visões de mundo, num mesmo trabalho, pode haver interpretações contraditórias e competitivas. Os PCN de Arte indicam o trabalho de interpretação de informações em todas as formas artísticas:

O professor precisa orientar tarefas em que os alunos percebam as qualidades das formas artísticas. Seu papel é o de propiciar a flexibilidade da percepção com perguntas que favoreçam diferentes ângulos de aproximação das formas artísticas: aguçando a percepção, incentivando a curiosidade, desafiando o conhecimento prévio, aceitando a aprendizagem informal que os alunos trazem para a escola e, ao mesmo tempo, oferecendo outras perspectivas de conhecimento. (BRASIL, 1998, p. 98)

Para Barbosa (2005, p. 64):

O importante não é ensinar estética, história e crítica de arte, mas, desenvolver a capacidade de formular hipóteses, julgar, justificar e contextualizar julgamentos acerca de imagens e de arte. Para isso usam-se conhecimentos de história, de estética e de crítica de arte.

Da mesma forma que, em Arte, a interpretação de informações visuais está ligada aos problemas cotidianos em diversas áreas do conhecimento, para Barbosa (1998, p. 38), "qualquer conteúdo, de qualquer natureza visual e estética, pode ser explorado, interpretado e operacionalizado através da Proposta Triangular." Segundo Kaleff (2003, p. 17), a interpretação de informações visuais pode ocorrer desde as mais "sofisticadas representações gráficas", como obras de arte, imagens de um raio-X, imagens microscópicas de bactérias e vírus, até as mais simples, como um mapa indicando um caminho ou, ainda, um simples esboço de figura geométrica.

A interpretação de informações visuais também é necessária para o conhecimento matemático, principalmente quando se trata de visualização em geometria. E visualização é um dos três processos enfatizados por Duval. Nesse mesmo contexto, Barbosa (1998, p. 40) afirma que as ações da Proposta Triangular são "processos mentais que se interligam para operar a rede cognitiva da aprendizagem."

Analisando os processos de Duval (visualização, construção e raciocínio) ligados ao ensino de Matemática e às ações de Barbosa (análise de imagem, fazer artístico e contextualização) ligadas ao ensino de Arte, observou-se que se poderia usá-los metodologicamente no ensino de geometria, aglutinando-os numa proposta inusitada e inovadora. A formação acadêmica, nessas duas áreas do conhecimento, instigou os autores deste artigo a realizarem este estudo e a experimentar seu uso no ensino de geometria.

Realizou-se uma sequência de atividades em turmas de ensino médio, em aulas de uma das autoras, orientada e supervisionada pelos demais autores, objetivando o ensino de geometrias não-euclidianas, usando Arte e Matemática. Salienta-se que, neste estudo, foram desenvolvidas atividades envolvendo geometria plana, espacial e projetiva com ênfase em perspectiva e anamorfose. E, em determinados momentos, a visualização foi unida à análise de imagem; a construção, ao fazer artístico e à contextualização, e, esta, por sua vez, fundiu-se em todo o processo, por meio do contexto histórico, da compreensão da representação visual e do raciocínio, com validação de teoremas e definições por meio da visualização. Um ciclo fechou-se, pois, na seguinte sequência: visualização, análise de imagem, construção, fazer artístico, contextualização, raciocínio e visualização.

É necessário frisar que a experimentação iniciou-se e finalizou-se com a *visualização*. Porém, em relação às outras ações e processos, não se seguiu um percurso rígido ou um ordenamento específico. Procurou-se integrar a busca de

ARTE E MATEMÁTICA...

significados conforme eram necessários para ampliação e consolidação do conhecimento e na busca dos objetivos.

Em linhas gerais essa metodologia foi aplicada no estudo de sólidos geométricos, principalmente poliedros, envolvendo desenhos de observação, registros fotográficos, análise de imagens e composição de imagens. (SEMMER; SILVA; DANHONI NEVES, 2013) A metodologia utilizada baseou-se em Duval e Barbosa, aliando, aglutinando, suas teorias de aprendizagem.

Ou seja: os processos cognitivos citados por Duval (visualização, construção e raciocínio) podem estabelecer comunicações com a rede cognitiva das ações da Proposta Triangular de Barbosa (análise de imagem, fazer artístico e contextualização), complementando-se mutuamente, como se pode observar na Figura 6, a qual representa um esquema de aglutinação dos processos e ações das duas teorias, ou seja, aos processos da teoria de Duval, acrescentam-se ações da teoria de Barbosa.



Figura 6. Integração, aglutinação das teorias de Duval e Barbosa.

Fonte: Autoria própria

Pode-se observar na figura, que, como as cores se misturam, formando novas cores, também as ações e processos formam novas concepções metodológicas.

Parte-se do pressuposto de que, se as ações da proposta triangular devem ser integradas para a aprendizagem de Arte (RIZZI, 2003) e se os processos de Duval estiverem conectados, é possível tornar mais lúdica a aprendizagem da Matemática (FAINGUELERNT, 1999) Portanto, essa conexão de teorias, exemplificada na Figura 6. poderia formar uma rede entre essas duas áreas do conhecimento (Arte e Matemática).

A conexão entre Arte e Matemática não é inovadora; já foi utilizada por Fainguelernt e Nunes (2006, 2009). Da mesma forma, Flores (2007, 2010) evidenciou a possibilidade de integrar a visualização no ensino de geometria, por

ARTE E MATEMÁTICA...

meio do "modo de olhar" e do "modo de representar", realizando associação entre visualização e contextualização.

Barbosa (1998) cita um aplicativo multimídia para o ensino de geometria, ressaltando que esse foi um dos trabalhos de pesquisa em que a interpretação prática da Proposta Triangular foi aplicada de forma adequada. Trata-se da dissertação de mestrado de Biancho Filho (UnB, 1998), que utilizou momentos da história da arte, quando a geometria foi importante para a relação geometria e imagem. (MONTEIRO, 2005)

E, como citado, um exemplo da conexão das teorias de Duval e Barbosa pode ser visualizado em Semmer (2013), cuja dissertação focou o trabalho interdisciplinar de Arte e Matemática envolvendo alunos do Ensino Médio, para ensinar geometrias não-euclidianas. Os resultados evidenciaram a possível relação entre as teorias apresentadas, proporcionando uma prática inovadora no ensino de Matemática, do ponto de vista dos procedimentos realizados, além da reflexão da prática pedagógica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo pretendeu apresentar e discutir a possibilidade de aglutinação metodológica entre as teorias de Duval (2003, 2009, 2011) e de Barbosa (1998, 2005).

A aglutinação, nos seus diversos significados, indica unir, colar, juntar, fundir, e foi justamente o apresentado: a possibilidade de fundir, unir e juntar as duas teorias e as duas áreas do conhecimento, numa proposição interdisciplinar e correlacionada.

Diante do exposto, pode-se verificar que não se pode ter compreensão em Matemática se não houver distinção entre um objeto e sua representação. O ato de representar um objeto está ligado à interpretação que se tem ou que se quer manifestar sobre ele. As informações e as ideias mentais que se têm sobre o objeto influenciam na construção de sua representação e no entendimento de teoremas, definições e conceitos a ele ligados.

Ao mesmo tempo, em Arte, para realizar a representação de um objeto, as conexões entre o conhecimento do objeto, sua relação com o cotidiano e as transformações que se podem fazer, são essenciais na realização de uma composição artística, envolvendo o objeto.

Diante disso, verificam-se conexões entre representações matemáticas e artísticas, que dependem da interpretação. Consequentemente, a interpretação depende da contextualização e, assim, formando um ciclo, tanto as ações de Barbosa quanto os procedimentos de Duval poderão, no entender deste estudo, ao serem aplicados, facilitar a aprendizagem de Arte e de Matemática.

REFERÊNCIAS

ALMOULOU, S. A. Registros de representação semiótica e compreensão de conceitos geométricos. In: MACHADO, S. D. A. (org.). **Aprendizagem em**

ARTE E MATEMÁTICA...

matemática: registros de representação semiótica. Campinas, SP: Papirus, 2003. p. 125-148.

BARBOSA, A. M. **A imagem no ensino da arte.** São Paulo: Perspectiva, 1996.

_____. **Tópicos utópicos.** Belo Horizonte: C/Arte, 1998.

_____. As mutações do conceito e da prática. In: _____. (org). **Inquietações e mudanças no ensino da arte.** São Paulo: Cortez, 2003. p. 13-26

_____. **A imagem no ensino da arte.** São Paulo: Perspectiva, 2005.

BRASIL, Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais:** Arte. Brasília: MEC/SEF, 1998.

COSTA, W. R. Equação, conversão de duas linguagens: da natural para a algébrica. XII Conferência Interamericana de Educação Matemática, CIAEM. Recife, 26-30 junho, 2011. In: **Anais da XII Conferência Interamericana de Educação Matemática – CIAEM.** Recife, PE: 2011. Disponível em: http://www.cimm.ucr.ac.cr/ocs/index.php/xiii_ciaem/xiii_ciaem/paper/viewFile/1825/767>. Acesso em: 14 abr. 2013.

DUVAL, R. Registros de representações semióticas e funcionamento cognitivo da compreensão em matemática. In: MACHADO, S. D. A. (org.). **Aprendizagem em matemática:** registros de representação semiótica. Campinas, SP: Papirus, 2003. p. 11-34

_____. **Semiósis e pensamento humano,** registros semióticos e aprendizagens intelectuais. São Paulo: Livraria da Física, 2009.

_____. **Ver e ensinar a matemática de outra forma.** São Paulo: PROEM, 2011.

_____. Registros de representação semiótica e funcionamento cognitivo do pensamento. **REVEMAT - Revista Eletrônica de Educação Matemática.** Florianópolis, v. 07, n. 2, p. 266-297, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5007/1981-1322.2012v7n1p118>>. Acesso em: 23 fev. 2013.

FAINGUELERNT, E. K. **Educação matemática, representação e construção em geometria.** Porto Alegre: Artmed, 1999.

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

_____. **Tecendo matemática com arte.** Porto Alegre: Artmed, 2009.

FLORES, C. R. **Olhar, saber, representar, sobre a representação em perspectiva.** São Paulo: Musa, 2007.

_____. Cultura visual, visualidade, visualização matemática: balanço provisório, propostas cautelares. **Zetetiké – FE – Unicamp,** v. 18, número temático 2010. Disponível em: <http://www.fae.unicamp.br/revista/index.php/zetetike/article/view/2756>>. Acesso em: 12 jan. 2012.

FOUCAULT, M. **Isto não é um cachimbo.** Trad. Jorge Coli. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2004.

ARTE E MATEMÁTICA...

IMENES, L. M. **Os números na história da civilização**. 4 ed. São Paulo: Scipione, 1991.

KALEFF, A. M. M. R. **Vendo e entendendo poliedros**: do desenho ao cálculo do volume através de quebra-cabeças geométricos e outros materiais concretos. 2 ed. Niterói: EdUFF, 2003.

_____. Registros semióticos e obstáculos cognitivos na resolução de problemas introdutórios às geometrias não-euclidianas no âmbito da formação de professores de matemática. **Bolema**. Ano 20, n. 28, p. 69-94, 2007.

KRAUSE, G. B. O ovo de Magritte: da metaficção como proteção do enigma. **Revista de Comunicação, cultura e Teoria da Mídia - GHEBH-13**. Centro Interdisciplinar de Semiótica da Cultura e da Mídia. v. 1. n. 13, 2009. Disponível em:

<<http://www.cisc.org.br/revista/ghrebh/index.php?journal=ghrebh&page=article&op=viewFile&path%5B%5D=37&path%5B%5D=42>>. Acesso em: 15 jun. 2013.

LORENZATO, S. **Para aprender matemática**. Campinas, SP: Autores Associados, 2006.

MACHADO, S. D. A. (org.). **Aprendizagem em matemática**: registros de representação semiótica. Campinas, SP: Papirus, 2003.

MONTEIRO, M. C. A proposta triangular de arte: resumo das pesquisas. **Contrapontos**. v. 5. n. 2, p. 317-325, Itajaí, mai/ago 2005.

OSTROWER, F. **Criatividade e processos de criação**. Petrópolis: Vozes, 2005.

PARANÁ, Secretaria de Estado da Educação. Departamento de Educação Básica. **Diretrizes curriculares da educação básica, arte**. Curitiba: SEED, 2007.

_____. Departamento de Educação Básica. **Diretrizes curriculares da educação básica, matemática**. Curitiba: SEED, 2008.

RIZZI, M. C. de S. Caminhos metodológicos. In: BARBOSA, A. M. (org). **Inquietações e mudanças no ensino da arte**. São Paulo: Cortez, 2003. p. 63-70.

SEMMER, S. **Ensino de geometrias não-euclidianas usando Arte e Matemática**. 2013. 254 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2013.

SEMMER, S.; SILVA, S. C. R.; DANHONI NEVES, M. C. Anamorfose no ensino de geometria. **Revista Alexandria**. v. 6, n.3, p. 61-86, nov. 2013.

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

WONG, Wucius. **Princípios de forma e desenho**. São Paulo: Martins Fontes, 2010.