

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM
CIÊNCIAS E EM MATEMÁTICA

LUCIMAR DONIZETE GUSMÃO

**EDUCAÇÃO MATEMÁTICA PELA ARTE: UMA DEFESA DA
EDUCAÇÃO DA SENSIBILIDADE NO CAMPO DA MATEMÁTICA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

CURITIBA
2013

LUCIMAR DONIZETE GUSMÃO

**EDUCAÇÃO MATEMÁTICA PELA ARTE: UMA DEFESA DA
EDUCAÇÃO DA SENSIBILIDADE NO CAMPO DA MATEMÁTICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática da Universidade Federal do Paraná na Linha de Pesquisa: Educação Matemática e Interdisciplinaridade como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Educação em Ciências e em Matemática.

Orientador: Prof. Dr. José Carlos Cifuentes.

CURITIBA
2013

Gusmão, Lucimar Donizete

Educação matemática pela arte: uma defesa da educação da sensibilidade no campo da matemática / Lucimar Donizete Gusmão. – Curitiba, 2013.

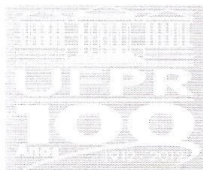
152 f.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática.

Orientador: José Carlos Cifuentes

1. Matemática - Educação. 2. Arte e educação. I. Cifuentes, José Carlos. II. Título.

CDD 510.7



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E EM MATEMÁTICA

PARECER

Defesa de Dissertação de **LUCIMAR DONIZETE GUSMÃO PLEFH**, intitulada "**EDUCAÇÃO MATEMÁTICA PELA ARTE: UMA DEFESA DA EDUCAÇÃO DA SENSIBILIDADE NO CAMPO DA MATEMÁTICA**" para obtenção do Título de Mestre em Educação em Ciências e em Matemática.

De acordo com o Protocolo aprovado pelo Colegiado do Programa, a Banca Examinadora composta pelos professores abaixo-assinados arguiu, nesta data, a candidata acima citada. Procedida a arguição, a Banca Examinadora é de Parecer que a candidata está **apta ao Título de MESTRA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E EM MATEMÁTICA**, tendo merecido as apreciações abaixo:

BANCA	ASSINATURA	APRECIÇÃO
Prof. Dr. José Carlos Cifuentes (orientador)		APROVADO
Prof. Dr. Valdeni Soliani Franco		APROVADA
Prof ^a . Dr ^a . Ettiène Cordeiro Guérios		Aprovada.
Prof. Dr. Marcos Aurélio Zanlorenzi		Aprovada.

Curitiba, 26 de Fevereiro de 2013.

Prof. Dr. Carlos Roberto Vianna
Coordenador do Programa de Pós-Graduação
em Educação em Ciências e em Matemática



Dedico este trabalho a todas as pessoas
que sempre acreditaram e confiaram em mim,
particularmente, à minha família.

Agradecimentos

À Coordenação e aos professores do Programa de Pós-Graduação em
Educação em Ciências e em Matemática/UFPR;

Um agradecimento especial ao meu
Orientador, Prof. Dr. José Carlos Cifuentes;

Aos colegas do mestrado;

Aos meus colegas de trabalho;

Aos amigos que questionaram, opinaram, provocaram e colaboraram;

E um imenso agradecimento a minha família,
por compreender minha constante “presença-ausência”
em muitos momentos, pela paciência, dedicação, apoio e carinho.

A matemática, mais do que um saber, é um fazer, é uma atividade. O raciocínio é uma atividade do pensamento. Mais importante que saber matemática é saber pensar matematicamente.

Cifuentes

RESUMO

Esta pesquisa procura responder algumas questões que são apresentadas no problema, de caráter epistemológico e metodológico, nesta ordem: “Como a arte pode ser fonte de conhecimento para a matemática, visando seu ensino?” e “Em que medida a arte pode contribuir para uma metodologia de ensino da matemática que incorpore aspectos da estética da matemática?”. A pesquisa foi realizada no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática da Universidade Federal do Paraná, na linha de pesquisa “Educação Matemática e Interdisciplinaridade”. Tem como finalidade obter subsídios teóricos para fortalecer a relação interdisciplinar entre matemática e arte, ou melhor, entre matemática e estética (a ciência do conhecimento sensível). Esta pesquisa é de natureza teórica, e a metodologia que construímos é a que segue, de forma resumida: após a leitura minuciosa das obras de Herbert Read, principalmente “A Redenção do Robô: meu Encontro com a Educação através da Arte”, identificamos algumas palavras-chave, como educação, arte, estética, imaginação, intuição, razão, emoção, entre outras, as quais procuramos esclarecê-las e, em seguida, adaptá-las para o campo da Educação Matemática, observando, é claro, se tal adaptação fazia sentido. Fazendo sentido, procuramos ampliar o conceito dentro desse campo, visando uma construção da “Educação Matemática pela Arte”. Assim, neste trabalho, buscamos estabelecer relações entre a matemática e a arte, bem como enfatizar a importância de se ascender ao conhecimento matemático por meio dos processos que envolvem, além da razão, também a sensibilidade no campo da matemática, e que estão relacionados com a intuição, a imaginação, a espontaneidade, a liberdade e a criatividade. Além disso, ressaltamos, ainda, a importância de oportunizar a experiência estética e permitir essa sensibilização a partir dessa experiência. A expectativa é que este trabalho possa contribuir também para fortalecer a interdisciplinaridade entre arte e matemática, visando o ensino desta última, apelando à suas capacidades estéticas.

Palavras-chave: Educação pela Arte. Educação Matemática pela Arte. Estética da Matemática. Interdisciplinaridade.

ABSTRACT

This study tries to answer some questions that are presented in the problem of epistemological and methodological order, respectively: how Art can be considered a source of knowledge for Mathematics in a teaching perspective and In what dimension Art can contribute to a Mathematics teaching methodology that incorporates aesthetic aspects of Mathematics? The study was carried out in Education Science and Mathematics Pos-Graduation Program, in Federal University of Paraná, in the line of research: Mathematics Education and Interdisciplinarity. It has the objective to get theoretical resources to strengthen the interdisciplinary relation between Mathematics and Art, or rather, Mathematics and Aesthetic (the science of sensible knowledge). This work is theoretical in nature and the methodology we built, in brief, was the following: after a detailed reading of Herbert Read's works, especially "The Redemption of Robot: my meeting with education through art", we identified some keywords such as education, art, aesthetics, imagination, intuition, reason, emotion, among others, we seek making them clear and then bring them to the field of Mathematics Education, noting, of course, if such adaptation makes sense. If so, we seek to expand the concept within that field for a construction of "Mathematics Education through Art". So, we intend in this work, to establish relationships between Mathematics and Art, as well as to emphasize the importance to ascend the Mathematics knowledge through the process that involves, besides the reason, also the sensibility in the field of this discipline which are related to intuition, imagination, spontaneity, liberty and creativity. Moreover, we still emphasize the importance to give the opportunity to the aesthetic experience and permit this sensibilization from this experience. The expectative is that this work can also contribute to strength the interdisciplinarity between Art and Mathematics, aiming the teaching of the last one, appealing to its aesthetics capacities.

Key words: Education through Art. Mathematics Education through Art. Aesthetics of Mathematics. Interdisciplinarity.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
CAPÍTULO 1: CONSTRUINDO UMA METODOLOGIA	24
1.1 A Arte/Educação de Ana Mae Barbosa e a Educação pela Arte de Herbert Read	27
CAPÍTULO 2: EDUCAÇÃO MATEMÁTICA PELA ARTE: UMA REINTERPRETAÇÃO DE “A REDENÇÃO DO ROBÔ” PARA A EDUCAÇÃO MATEMÁTICA	34
2.1 Herbert Read e sua proposta de “Educação pela Arte”	34
2.2 Alguns desafios do processo pedagógico e da Educação Matemática	36
2.3 Primeiros passos na Educação Matemática pela Arte: os princípios de Herbert Read	38
2.4 Objetivos da educação (matemática) segundo Herbert Read	45
2.5 O papel da arte na compreensão da natureza humana, na educação e na educação matemática	54
2.6 A educação (matemática) está em todo lugar, está nas coisas	62
2.7 A arte como aspecto significativo na educação	65
2.8 O significado moral da educação estética	68
2.9 A redenção do “Robô” pela arte	71
2.10 Arte – ingrediente essencial e princípio unificador nos processos educacionais	76
CAPÍTULO 3: EDUCAÇÃO PELA ARTE E FUNDAMENTOS ESTÉTICOS DA EDUCAÇÃO	81
3.1. Formas de linguagens no processo de compreensão e apreensão do mundo	82
3.2 A percepção e a imaginação como instrumentos para educação da sensibilidade	85
3.3 Mas como a arte educa?	91
3.4 Funções pedagógicas da arte	92
3.5 Funções pedagógicas da arte na Educação Matemática	95

CAPÍTULO 4: FUNDAMENTOS PARA UMA COMPREENSÃO ESTÉTICA DA MATEMÁTICA	99
4.1 Criação e imaginação na Educação Matemática pela Arte	99
4.2 Beleza e experiência estética	108
4.3 Aspectos de uma estética da matemática	111
CAPÍTULO 5: A VISUALIZAÇÃO COMO RECURSO PARA UMA COMPREENSÃO ESTÉTICA DA MATEMÁTICA	115
5.1 Visualização e leitura de imagens em arte e em matemática	119
5.1.1 Em arte	119
5.1.2 Em matemática	121
CAPÍTULO 6: O ENSINO DE MATEMÁTICA E ARTE: INTERCRUZANDO SABERES	126
6.1 Em defesa da interdisciplinaridade entre matemática e arte	134
CONSIDERAÇÕES FINAIS	145
REFERÊNCIAS	150

INTRODUÇÃO

São inúmeros os caminhos e histórias que me levaram a desenvolver esta pesquisa, mas partiram, principalmente, de minha prática pedagógica tanto enquanto professora de matemática da rede pública estadual há alguns anos, quanto da função de técnica pedagógica da equipe disciplinar de Matemática do Departamento de Educação Básica – DEB, da Secretaria de Estado da Educação do Paraná – SEED/PR, nos últimos anos.

Para situar o leitor, neste primeiro contato com a pesquisa, e prepará-lo para a compreensão dos caminhos e opções feitas neste trabalho, é importante traçar um histórico deste caminhar.

Quando terminei minha graduação no interior do Paraná, em 1998, mudei-me para a cidade de Curitiba/PR, e desde então atuo como professora de matemática na rede pública estadual de ensino. Minha formação foi licenciatura curta em Ciências e habilitação plena em Matemática, mas meu interesse sempre foi a matemática, talvez pelo mistério que ela desperta em mim. Mistério que me instiga a buscar sempre saber mais, seja para melhorar minha prática docente, seja para perceber a beleza da própria matemática. Beleza essa ligada mais ao emocional, à intuição, à sensibilidade, visando uma estética da matemática, o que implica também em perceber as possibilidades de transmitir essa beleza no ensino de matemática.

Do ponto de vista da Educação Matemática, um dos fatores que se faz importante para uma elaboração de uma *estética da matemática* como campo de estudo e de pesquisa consiste em dar um embasamento teórico para as discussões sobre a diferença, aparentemente sutil, entre a beleza no processo de ensinar matemática e a beleza da própria matemática que está sendo ensinada. Sendo que a primeira caracteriza-se por encontrar uma forma mais agradável de ensinar a matemática já estabelecida, que considera essa disciplina na sua forma puramente racional, rígida, estática; enquanto que a segunda caracteriza-se por encontrar na própria ciência matemática a sua beleza, que “além de ser uma ciência racional, comporta também características emocionais, as quais estão

ligadas com a intuição e a experiência estética” (CIFUENTES, 2003, p. 59). É a segunda o nosso fator de mobilização para desenvolver este trabalho.

Quando iniciei na docência, alguns professores com mais experiência do que eu foram meu referencial. Eles, mesmo com anos de docência, ensinavam com alegria, com prazer, com enorme entusiasmo os seus alunos, fazendo-os sensibilizarem-se diante dos conceitos matemáticos ou talvez “sensibilizando os conceitos matemáticos” para os alunos. Eram incansáveis em buscar alternativas inovadoras, articulando conceitos e áreas do conhecimento, para provocar no aluno o “gosto” de aprender a apreciar a matemática. Eles também não mediam esforços em conversar e me ensinar a “dar” aulas.

Em minha docência, tomando como referências esses professores, procurava estabelecer relações e integrar conceitos das diversas áreas do conhecimento. Muitas vezes busquei na arte inspiração e conceitos para desenvolver o conteúdo matemático em sala de aula. Porém, esse trabalho sempre foi desenvolvido de forma muito intuitiva, já que utilizava a arte como uma técnica e de forma ilustrativa, sem qualquer reflexão ou fundamentação teórica sobre o tema tratado. Pela minha inexperiência enquanto docente, em início de carreira, não percebia a arte como promotora de uma educação do sensível, uma educação da sensibilidade, uma forma de pensar, capaz de desenvolver e refinar as percepções acerca do mundo e das coisas do mundo, inclusive do mundo racional, percepções que também podiam envolver a matemática.

Em 2007, fui convidada para atuar como técnica pedagógica da disciplina de Matemática na equipe disciplinar do Núcleo Regional da Educação – NRE da cidade de Curitiba. Uma das atribuições dessa função era realizar encontros regularmente com professores de matemática para discutir o ensino da disciplina e fazer algumas reflexões sobre a prática docente.

Em 2009, passei a exercer essa mesma função na equipe de Matemática do Departamento de Educação Básica – DEB, da Secretaria de Estado da Educação do Paraná – SEED/PR. Assim como no NRE de Curitiba, no DEB atuo, também, como docente em Formação Continuada para professores de matemática. No entanto, nesse novo espaço, a dimensão é muito maior, já que é necessário atingir professores que ensinam matemática em todo o Estado.

Nessas docências, em forma de minicursos, é comum ouvir relatos sobre as dificuldades no ensino e na aprendizagem da matemática, dos seus códigos, objetivos e na compreensão e atribuição de significados aos conteúdos propostos no currículo escolar. Para essas docências, a equipe de matemática do DEB, atendendo às solicitações dos professores, procurava levar e discutir com eles metodologias e abordagens diferenciadas para serem utilizadas diretamente em sala de aula. Essas metodologias visavam, além do desenvolvimento do conhecimento matemático, capturar, nas atividades, a beleza dos conceitos e métodos matemáticos, embora as características que determinam essa noção de beleza, neste momento, não estivessem suficientemente esclarecidas, nem nas atividades e nem para o docente dos minicursos.

As dinâmicas dos minicursos, em sua maioria, propunham, ou pelo menos tinham a intenção de propor, atividades que ressaltassem as relações interdisciplinares, ou seja, tentavam articular, chamar conceitos, teorias ou práticas de outras áreas do conhecimento para auxiliar na compreensão de um determinado conceito abordado nas atividades. Possibilitavam, ainda, a ampliação de abordagens dos conceitos matemáticos em sala de aula.

Um dos minicursos elaborados por mim com colaboração da equipe de matemática do DEB se chamava *Número de Ouro e sua Relação com a Matemática e a Arte*. Esse minicurso tinha por objetivo fazer uma discussão sobre “padrões de beleza” e trouxe conceitos matemáticos para a discussão, especialmente conceitos de razão áurea, proporção áurea, número de ouro, entre outros.

Minha primeira motivação para desenvolver esse minicurso originou-se das leituras realizadas para colher ideias e materiais para sua elaboração. Entre tantos materiais deparei-me com uma atividade que mostrava a relação de algumas medidas do corpo humano com o número de ouro, encantei-me pela atividade, passei a pesquisar sobre o assunto e percebi a sua grande universalidade e sua aplicação a um vasto número de campos, abrangência que dá um indício da “beleza” do assunto. O número de ouro e a proporção áurea estão diretamente ligados ao mundo da matemática, à natureza dos homens e às artes, e são um fator potencial de unificação de campos diversos. O homem

expressa a beleza, principalmente, por leis geométricas, envolvendo noções como 'simetria', 'harmonia' etc. Isso é um indicativo da sensibilidade particular do ser humano para esta proporção e para o conhecimento matemático.

Meu conhecimento em arte, naquele momento, era muito rudimentar, baseava-se em pequenos resquícios de formação adquiridos de forma superficial na educação básica e nos trabalhos desenvolvidos em sala de aula, quando iniciei no Magistério.

No entanto, a partir de minhas leituras sobre o assunto, fui me envolvendo com o tema e me aproximando um pouco mais da arte ligada ao belo. Arte que proporciona um certo "prazer", um encantamento, que não é apenas emoção, mas que provoca e estimula o conhecimento pelo lado sensível do ser humano, ou seja, arte ligada à estética, entendida esta como a ciência do conhecimento sensível. Foi essa concepção que tentei transpor para o minicurso.

Como o minicurso era de matemática e dirigido para professores que ministravam aulas de matemática nas séries finais do Ensino Fundamental e no Ensino Médio, em todo Estado do Paraná, precisei buscar essa abordagem nos conceitos matemáticos. Assim, a partir da elaboração de atividades envolvendo medidas, construções geométricas, regularidades numéricas, relações harmoniosas entre diferentes partes, padrões proporcionais, entre outras, o minicurso foi gerado e desenvolvido com os professores.

As atividades práticas que faziam parte do minicurso traziam algumas propriedades e aplicações do número de ouro e serviram como sugestões para o trabalho em sala de aula. No entanto, o mais importante foi relacionar conceitos pertinentes à matemática e à arte e mostrar aos professores que a matemática contém em si beleza, traduzida em certas relações estéticas, que são encontradas nas proporções, nos padrões numéricos e geométricos e nas regularidades. A beleza que toca o sensível do ser humano pode ser encontrada através da proporção áurea. Nesse sentido, a matemática e as regras geométricas estão sendo chamadas pela arte para expressar harmonia e beleza. Assim, sensibilidade liga-se à racionalidade.

Esse minicurso foi trabalhado, primeiramente, com os 32 técnicos pedagógicos de matemática que atuam nos Núcleos Regionais da Educação –

NRE distribuídos por todo o Paraná, em um encontro na cidade de Curitiba, no ano de 2009. Na sequência, os técnicos reproduziram-no com os professores dos seus respectivos NRE. Aproximadamente oito mil professores de matemática tiveram acesso a esse minicurso. Ministrei esse minicurso para os técnicos dos NRE, na primeira etapa, e para os professores da rede, na segunda

A receptividade sempre foi satisfatória, porém muitas incógnitas surgiram a partir de então. Como os professores de matemática veem a arte? Que concepção de arte eles têm (se é que eles têm)? Se têm, está ligada à técnica artística ou à apreciação estética? Reproduziriam o minicurso com seus alunos? Como? Se a resposta fosse afirmativa, qual o motivo da aplicação do minicurso? Por que acharam interessante, bonito? Ou de alguma forma perceberam que é possível chamar conceitos de outra disciplina para ajudar o aluno a compreender algum conceito na matemática? Uma vez aplicado o minicurso com os alunos, quais dificuldades encontraram na sua aplicação? Passaram a desenvolver aulas mais dinâmicas com o auxílio de conceitos de outra disciplina, de arte mais especificamente? O minicurso *Número de Ouro e sua Relação com a Matemática e a Arte* despertou neles um gosto maior para ensinar o aluno a apreciar a beleza da matemática? Qual referencial teórico, que aborda essa relação, o professor de matemática encontra para fundamentar e direcionar sua prática na perspectiva da estética da matemática?

Alguns indícios, percebidos na fala dos professores durante a realização do minicurso, bem como nas avaliações escritas feitas por eles ao final de cada evento, mostraram que a maioria dos professores de matemática, assim como eu no início desse percurso, não vê a arte ligada à apreciação estética e sim como uma técnica manual. Muitos percebem que a matemática associada à arte pode proporcionar apenas uma aula diferente, ou seja, a mesma aula de matemática ensinada de um modo diverso, “bonito”, consistindo, porém, na mesma matemática racional; grande parte desses professores não consegue perceber a matemática ligada à sensibilidade, uma das características primeiras da arte. Acredito que a matemática pode ser bela, harmônica e despertar suas características sensíveis por meio do estímulo da intuição e da imaginação. O

número de ouro é uma das manifestações dessa harmonia e sensibilidade presentes na matemática.

Esse minicurso também originou alguns artigos apresentados em congressos, em forma de comunicação, relato de experiência e pôster. Além desses, outros foram produzidos por mim, na perspectiva da relação matemática e arte. Também, a partir dos minicursos, foram produzidos alguns materiais didático-pedagógicos para auxiliar o professor no trabalho em sala de aula. Esses materiais encontram-se disponíveis no Portal Educacional do Estado do Paraná.

Paralelamente ao trabalho desenvolvido no Departamento de Educação Básica, comecei a fazer uma disciplina, como aluna ouvinte, no Programa de Pós-Graduação em Educação, da Universidade Federal do Paraná, com o Professor Doutor José Carlos Cifuentes, na qual o professor discutia, indicava leituras e propiciava momentos de reflexões acerca da relação interdisciplinar entre matemática e arte. Além disso, o professor trazia para discussão temas relacionados aos fundamentos estéticos da matemática, à visualização, ao raciocínio visual em matemática e aos aspectos epistemológicos, didáticos e de interdisciplinaridade.

A partir de então, passei a acreditar, agora com um pouco mais de propriedade, que a arte, na sua dimensão estética, criativa e cultural é um ingrediente fundamental, tanto na formação de professores, como também nas atividades pedagógicas de sala de aula, pois entendo que ao explorar essa relação nas dimensões apontadas, pode-se favorecer, no caso da matemática, a compreensão de alguns conceitos. Além disso, essa perspectiva permite abandonar abordagens fragmentadas em detrimento de um trabalho interdisciplinar que enriquece o processo pedagógico.

No parágrafo anterior, usei a expressão “compreensão de alguns conceitos” e acho importante salientar o sentido que adotamos (o professor Cifuentes e eu) de *compreensão* no contexto da estética. Então, o que significa compreender a matemática nesse contexto? Vamos motivar a resposta a essa pergunta com outro questionamento: o que significa compreender a poesia? Compreender a poesia não é apenas entender o que ela diz literalmente, sua ordenação de palavras, sua racionalidade, sua lógica, mas é também captar o

sentimento que ela traz, a sensibilidade que desperta no leitor. Voltemos, portanto, à questão sobre o que significa compreender a matemática. Analogamente à poesia, compreender a matemática não seria apenas entender sua racionalidade, seus encadeamentos algorítmicos e lógicos, a matemática pensada classicamente, mas, ainda, aprender a sensibilidade que está por traz dos conceitos matemáticos em estudo, ou melhor dizendo, ter a “experiência estética” desses conceitos. Nesse tipo de compreensão está colocada a relação matemática e arte.

Em 2011, ingressei no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática pela mesma Universidade. O meu orientador é o mesmo professor, do qual já havia sido aluna ouvinte, o professor Cifuentes. A aceitação, por ele, das ideias, ainda rudimentares, expressas no meu projeto de pesquisa quando ingressei, tornou possível investigar, aprofundar e ampliar a relação entre a matemática e a arte.

Agora, com as ideias um pouco mais amadurecidas, podemos questionar: mas por que *matemática e arte*?

A opção pela arte e não por outra área do conhecimento em uma relação interdisciplinar com a matemática, neste trabalho, é porque ela tem como objeto a própria relação de sensibilidade, capaz de produzir conhecimento sensível, um conhecimento de natureza diferente daquele produzido pela cientificidade/racionalidade. A arte compreende as dimensões do emocional, da liberdade, da naturalidade, da espontaneidade, da harmonia e da beleza. O sensível, representado por ela, aliando-se ao racional, representado pela matemática, pode possibilitar uma alteração do *status* da matemática, de fechada, estática, dura, para um *status* de dinamicidade, de movimento, de leveza e de beleza. Matemática e arte, uma relação que associa cognição e afetividade, objetividade e subjetividade, pensamento e sentimento, lógica e intuição. A matemática, vista dessa maneira pelos professores e, conseqüentemente, pelos alunos, pode produzir significados mais concretos nas experiências vividas por eles, tanto dentro como fora do espaço escolar.

Quando nos referimos às “experiências” vividas pelos alunos em relação à matemática, devemos considerar a palavra “experiência” no sentido de

“experiência estética” da matemática. Quando nos reportamos a essa palavra, precisamos ter em mente as diferentes capacidades associadas a ela como as de sentir, de sensibilizar, de intuir e de se emocionar, mais ainda, a capacidade de criar e de imaginar. A experiência estética na matemática deve, também, mobilizar essas capacidades, tal qual quando lemos uma poesia ou quando compreendemos o significado da matemática.

Diante do que foi exposto, surgiu então a proposta desta dissertação. Ao longo do texto, tentamos responder algumas questões, apresentadas em dois problemas, a saber:

1) **Problema epistemológico:** Como a arte pode ser fonte de conhecimento para a matemática visando seu ensino?

2) **Problema metodológico:** Como e em que medida a arte pode contribuir para uma metodologia de ensino da matemática que incorpore aspectos da estética da matemática?

Do ponto de vista epistemológico, os aspectos da atividade artística e da experiência estética que são salientados neste trabalho e que podem ser consideradas fontes de conhecimento para a matemática são: a imaginação, a intuição, a criação, a sensibilidade, entre outros. Como uma aproximação ao problema metodológico, buscamos um embasamento na concepção de arte que Herbert Read (filósofo inglês, 1893-1968) expõe em suas obras como fundamento da educação através da arte, especialmente “A Educação pela Arte” e “A Redenção do Robô: meu Encontro com a Educação através da Arte”. Essa concepção está em contraposição à tendência mais moderna da arte/educação, defendida, aqui no Brasil, mais fervorosamente por Ana Mae Barbosa. Herbert Read salienta a espontaneidade, dentre as muitas capacidades importantes que a arte pode estimular no ser humano. Essa espontaneidade na criação artística, ligada à intuição e a imaginação, pode favorecer, o ensino e a compreensão da matemática, por meio dos processos de visualização. Assuntos que serão tratados mais amplamente no decorrer do texto.

Uma das principais intenções desta pesquisa que se intitula *Educação Matemática pela Arte: uma Defesa da Educação da Sensibilidade no Campo da Matemática* é obter subsídios teóricos para fortalecer a relação interdisciplinar

entre matemática e arte, ou melhor, matemática e estética. Arte, entendida aqui, não como um fazer, como uma técnica, mas como uma forma de pensar, que busca a experiência do sensível e que tem por finalidade despertar o sentimento do prazer e da experiência estética no campo da matemática. Do ponto de vista pedagógico, o primeiro desafio da estética da matemática, da educação da sensibilidade matemática, “é transformar habilidade em sensibilidade, para poder ascender ao conhecimento matemático através de sua apreciação estética”. (CIFUENTES, 2003, p. 74).

Neste trabalho, entendemos por *estética*,

segundo Baumgarten, a ciência do conhecimento sensível, em contraposição ao conhecimento racional, isto é, do conhecimento através da percepção inteligível, consciente ou intencional, percepção que dá objetividade aos objetos (CIFUENTES, 2003, p. 60).

Buscar o conhecimento também na sensibilidade da pessoa humana e não somente na sua capacidade lógica compete com o racionalismo cartesiano a partir do século XVIII, especialmente com o aparecimento da “estética” de Alexander Gottlieb Baumgarten. Ele contestou o pensamento filosófico de sua época, no qual prevalecia uma hierarquia do conhecimento e uma crença de que este só era atingido por meio da razão. Baumgarten, ao colocar que “estética” é a “ciência do conhecimento sensível”, enfatiza a importância da sensibilidade no acesso ao conhecimento.

A visão racionalista de conhecimento está, ainda, impregnada nos modos de pensar e de agir de muitas pessoas. Dessa forma, num primeiro instante, este texto pode provocar algum tipo de estranhamento nessas pessoas, por considerarem que matemática e arte estão localizadas em campos absolutamente distintos. Em geral, fomos e estamos efetivamente condicionados, impregnados pelo dito “método científico”, que preconiza que a verdade reside, particularmente, nas estruturas matemáticas, destacando o raciocínio lógico como via principal de aquisição de conhecimento. Pautar o conhecimento também em bases subjetivas, ou seja, nas capacidades da arte, é um terreno ainda pouco explorado. No entanto, não podemos desconsiderar as imensas capacidades da arte na educação, na educação matemática e, de modo mais amplo, na sociedade. Não

se trata de um apelo romântico e poético do papel da arte na educação e na educação matemática, mas sim de salientar o profundo significado humano da arte para o processo de construção do conhecimento, especialmente, em matemática.

Esta dissertação está estruturada da seguinte forma:

No primeiro capítulo, intitulado “Construindo uma Metodologia”, buscamos esclarecer o percurso metodológico deste trabalho e os aspectos que nos motivaram a trilhar este caminho. A metodologia que construímos é a que segue, de forma resumida: após a leitura minuciosa das obras de Herbert Read já mencionadas, principalmente “A Redenção do Robô: meu Encontro com a Educação através da Arte” (READ, 1986), identificamos algumas palavras-chave, em seguida, esclarecemos, interpretamos e ampliamos no campo da Educação Matemática, visando uma construção da “Educação Matemática pela Arte”. Além disso, neste capítulo, procuramos esclarecer que a “educação pela arte”, no entendimento de Herbert Read, não corresponde ao modelo atual de conceitualização de arte-educação, defendida, principalmente aqui no Brasil por Ana Mae Barbosa e sua Proposta Triangular (BARBOSA, 2004).

No segundo capítulo, “Educação Matemática pela Arte: uma reinterpretação de “A Redenção do Robô” para a Educação Matemática”, motivada pela leitura atenta do livro “A Redenção do Robô: meu Encontro com a Educação através da Arte”, de Herbert Read, elaboramos uma base teórica para uma discussão interdisciplinar sobre o ensino da matemática por meio da arte, abrindo um caminho plausível para obter subsídios teóricos para a relação matemática e estética.

Falar de “Educação Matemática pela Arte” pressupõe uma abordagem anterior sobre o processo de conhecer o mundo. O modo de conhecer o mundo ou de apreender as coisas do mundo está relacionado com a capacidade que o homem tem de atribuir significados e isso se adquire por um processo que chamamos de educação. Assim, no capítulo terceiro, “Educação pela Arte e Fundamentos Estéticos da Educação”, buscamos na obra “Fundamentos Estéticos da Educação”, de João Francisco Duarte Junior (DUARTE JR, 2005), complementar nossa análise e construção de uma educação matemática pela

arte, pois, de certa forma, Duarte Junior segue as concepções teóricas de Herbert Read.

No quarto capítulo, intitulado “Fundamentos para uma Compreensão Estética da Matemática”, procuramos analisar e ampliar o significado dessas palavras-chave identificadas no texto “A Redenção do Robô: meu Encontro com a Educação através da Arte”, de Herbert Read, e “Fundamentos Estéticos da Educação”, de João Francisco Duarte Junior. Procuramos, ainda, discutir de que maneira as palavras-chave identificadas, ampliadas e analisadas, são apropriadas para a constituição do conhecimento e para a Educação Matemática. Além de trazer uma discussão em favor de uma estética da matemática, por meio de aspectos estéticos da matemática, salientados por Cifuentes (2003, 2005, 2010, 2011).

No quinto capítulo, “A Visualização como Recurso para uma Compreensão Estética da Matemática”, será abordado o papel da visualização a partir das conceitualizações de Read e Duarte Junior. Procuramos “alargar” a compreensão de conceitos matemáticos, no contexto da estética da matemática, recorrendo à visualização. Por meio da visualização, não só se captura a parte técnica da matemática, como também seu conteúdo estético. Pela visualização é possível construir significados, sentidos, e ressignificar conhecimentos. Visualizar é uma forma de experienciar a matemática enquanto estética. Nesse processo, o estudo das geometrias tem papel de destaque, permitindo novas leituras e novas linguagens que ampliam a linguagem matemática, incorporando imagens. A utilização de imagens e diversos processos de reconfiguração, por meio da visualização, podem mobilizar os sentidos, pois elas são fonte de informações e possuem elementos de sensibilização que estimulam a intuição, a criatividade, a imaginação e o prazer estético, caros à concepção de Herbert Read.

No sexto capítulo, “O Ensino de Matemática e Arte: intercruzando saberes”, fazemos uma abordagem sobre o ensino de matemática e de arte e de alguns possíveis intercruzamentos de conceitos que essas duas áreas do conhecimento vêm estabelecendo desde a Antiguidade. A associação entre essas duas disciplinas está presente no cotidiano das pessoas e pode ser observada em toda parte. Para interpretar como a arte se manifesta na matemática, e vice-versa, é

importante centrar-se no fato de que esta ciência – a matemática, embora racional, comporta também características emocionais que são a “expressão mais elevada do espírito científico, sendo a relação entre elas o protótipo de relação interdisciplinar. A própria educação matemática é um empreendimento interdisciplinar” (CIFUENTES, 2011, p. 28).

Experienciar a matemática e a arte pode ser um caminho para o desenvolvimento integral do ser humano, dando-lhe condições de ter uma visão mais global de mundo e do próprio homem. A matemática e a arte têm um forte potencial interdisciplinar que possibilita o resgate da unidade no trabalho pedagógico, pois seus conteúdos ensejam diálogos com as demais áreas do conhecimento. A interdisciplinaridade tornou-se um tema comum no discurso, em documentos que tratam de questões sociais e pedagógicas, também é tema de estudos na área da educação. No entanto, na prática docente, esse tema apresenta ainda diversas possibilidades de investigação.

Nas “Considerações Finais”, buscamos reforçar a necessidade de estabelecer relações entre a matemática e a arte e a importância de buscar o conhecimento matemático também por meio dos processos que envolvem além da razão, a emoção. Ademais, este tópico traz indicações para futuras pesquisas, abertas por este estudo.

Muitas angústias, inquietações, incertezas, mas também certezas, otimismo, confiança, parcerias e, principalmente, encantamento e fascinação fizeram parte da construção desse texto. Esperamos que este estudo contribua para o desenvolvimento do trabalho de todos os educadores, especialmente os educadores matemáticos, para que busquem enriquecer suas aulas com reflexões acerca da relação matemática e arte.

CAPÍTULO 1

CONSTRUINDO UMA METODOLOGIA

*Não cessaremos de explorar
E o final de toda exploração
Será chegar aonde começamos
E conhecermos o lugar pela primeira vez.*

Thomas Stearn Eliot

Inicialmente, é importante esclarecer que a intenção deste trabalho é tentar elaborar uma base teórica que possa fundamentar uma metodologia de ensino da matemática na Educação Básica por meio da arte; abrir um caminho para obter subsídios teóricos para a relação entre a matemática e a arte, e, especificamente, entre a matemática e a estética, embora seja nosso propósito elaborar tal metodologia. A *estética* é entendida, aqui, como já dissemos na introdução, como a ciência do conhecimento sensível ou a ciência do conhecimento que opera por meio das capacidades humanas que envolvem a sensibilidade, a intuição e a imaginação. O que está em questão aqui não é inserir a arte na Educação Matemática, mas repensá-la sob a perspectiva da arte, ou seja, uma educação que, além de atividade prazerosa e harmônica, traga uma compreensão estética da própria matemática.

Queremos reforçar a importância da arte no processo educativo, visando um ensino da matemática não apenas técnico, mas que envolva aspectos ligados à sensibilidade matemática, fundamentados na arte, de modo a enriquecer a Educação Matemática. Queremos estabelecer de que modo a arte participa na formação do homem e na produção de conhecimentos, principalmente em matemática, e como esta se articula no processo do conhecimento, no ensino e na aprendizagem, com a arte. Foge dos nossos propósitos o estabelecimento de uma pedagogia artística ou a elaboração de métodos para a utilização da arte como veículo educacional, mas captar na arte suas capacidades e potencialidades para a Educação Matemática.

Por outro lado, não é nossa intenção assegurar, neste texto, que na educação matemática pela arte, como desenvolvida aqui, repousem todas as

soluções para os problemas concernentes aos processos pedagógicos que envolvem a matemática. Apenas acreditamos que a arte é um fator importante na vida humana e no desenvolvimento da sensibilidade e de sentimentos, capacidades que também são essenciais para a compreensão da própria matemática. A matemática pode ser bela, harmônica e despertar emoção, para tanto, precisa ser estimulada e devidamente apreciada.

A concepção de “arte” aqui utilizada é a de Herbert Read, esboçada em suas obras, principalmente nos livros “Educação pela Arte” e “A Redenção do Robô: meu Encontro com a Educação através da Arte”.

Foram as ideias de Herbert Read, propostas na obra “Educação pela Arte”, que nos motivaram à construção de uma “Educação Matemática pela Arte”, como uma forma de concretizar a interdisciplinaridade entre arte e matemática, visando o ensino desta última. Read prega uma educação baseada na espontaneidade, na intuição, na imaginação, na criatividade. Todas essas características podem ser desenvolvidas também pela matemática, quando enfocada do ponto de vista estético.

Para desenvolver este trabalho, adotamos como princípio metodológico a transposição das ideias de Herbert Read, desenvolvidas na obra “A Redenção do Robô: meu Encontro com a Educação através da Arte” para o campo da Educação Matemática, mediante uma leitura interpretativa. As ideias do autor, expostas nessa obra, nos motivaram a tomá-la como referência nesta dissertação.

“A Redenção do Robô” foi publicada em língua inglesa na década de 1960. Passados 50 anos de sua publicação, ela continua mais atual do que nunca. É um livro denso, instigante e inquietante que procura iluminar áreas ainda nebulosas no campo da educação. Ao transpor as ideias expressas nessa obra para o campo da Educação Matemática, procuramos chamar a atenção para uma reflexão sobre perspectivas inovadoras no ensino da matemática e até para a própria matemática.

Remontemos ao título do livro “A Redenção do Robô: meu Encontro com a Educação através da Arte”, mais especificamente à primeira parte, “A Redenção do Robô”. Mas o que é, exatamente, a redenção do robô? O título é muito

adequado porque no fundo está querendo recuperar a parte humana da educação, demasiadamente “tecnificada” pelos avanços da ciência e da tecnologia no século XX. Com essa adaptação para o campo da Educação Matemática, pretendemos explicitar, na matemática, essa parte humana, que embora já esteja presente no seu desenvolvimento, não se considera parte de sua natureza.

Na obra em consideração, Herbert Read vê a evolução da humanidade tendendo a um excesso de técnica, de mecanização, de robotização. O ser humano vem se transformando em uma máquina, em um robô e a educação precisa (re)humanizar esse robô. Aí a arte intervém, com todas as suas capacidades. Ela aparece como a redenção desse robô e procura resgatar o “lado humano do ser humano”.

A matemática, nesse contexto, principalmente no seu ensino, tem se tornado cada vez mais tecnicista, mecânica, abstrata, lógica, prática, como aparentemente é de sua própria natureza, e a educação passa essa imagem. Esse excesso de praticidade, que o ensino atual de matemática ressalta, precisa recuperar a sua parte humana, precisa ser redimida, e a Educação Matemática pela Arte pode possibilitar tal redenção.

Formas desse lado humano da matemática, e que também permitem atingir o conhecimento matemático, estão ligadas à intuição, à sensibilidade, à percepção, à imaginação, à criatividade matemática e, em especial, à intuição geométrico-visual, que envolve argumentos de visualização. Essas formas, que também são inerentes à arte, ainda são pouco estimuladas na aula de matemática. O estudo da geometria, que é relegada, em geral, aos capítulos finais do livro didático e ao último bimestre do ano letivo, pode favorecer o raciocínio visual e a intuição matemática, permitindo um maior entendimento dessa capacidade e da própria matemática.

Logo, a metodologia que construímos para a elaboração deste trabalho, é, resumidamente, a seguinte: após a leitura minuciosa das obras de Herbert Read, principalmente, “A Redenção do Robô: meu Encontro com a Educação através da Arte”, identificamos algumas palavras-chave como educação, arte, estética, imaginação, intuição, razão, emoção, entre outras. Procuramos esclarecê-las

desde a arte e, em seguida, adaptá-las para o campo da Educação Matemática, observando, é claro, se faz sentido tal adaptação. Fazendo sentido, procuramos ampliar o conceito dentro desse campo visando uma construção da “Educação Matemática pela Arte”.

Quando Herbert Read fala que “a educação pode se basear na intuição e na imaginação”, trasladamos essa ideia para o campo da educação matemática num primeiro momento, da seguinte maneira: “a educação matemática pode basear-se na intuição e na imaginação”. Feita essa transposição, procura-se depois colocá-la, por meio de argumentações adequadas, num *corpus* de conhecimentos devidamente organizados que possam constituir essa nova área da Educação Matemática pela Arte.

É importante esclarecer que não é uma cópia literal do texto de Read ou uma substituição de uma palavra por outra, daquilo que ele disse, mas deve ser entendido como a construção de subsídios para a elaboração de argumentações que desenhem a Educação Matemática pela Arte.

Da mesma forma, a escolha da obra “Fundamentos Estéticos da Educação”, de João Francisco Duarte Junior, complementada com “O Sentido dos Sentidos: a educação (do) Sensível” (DUARTE JR, 2010) foi feita para reforçar nossa análise e construção da educação matemática pela arte, pois, de certa forma, as ideias desse autor, como já mencionado, seguem as concepções teóricas de Herbert Read.

A “educação do sensível” defendida por Duarte Junior tem, em grande parte, o mesmo propósito que a “educação estética” estabelecida por Read, já que ambas partem (ao menos implicitamente) do conceito grego de *aisthesis*, ou seja, “da capacidade do ser humano de sentir a si próprio e ao mundo num todo integrado” (DUARTE JR, 2010, p. 13).

1.1 A Arte/Educação de Ana Mae Barbosa e a Educação pela Arte de Herbert Read

A partir da década de 1970, Ana Mae Barbosa (BARBOSA, 1978) desencadeou, por meio de suas produções teóricas, um debate sobre o ensino de

arte no Brasil. Segundo Teuber (2007), Osinski (1998, 2002), entre outros, Ana Mae está entre os expoentes que marcaram o ensino da arte no país, não só pelas suas produções teóricas, mas também por sua luta pelo reconhecimento do professor que ensina a arte como uma categoria profissional, bem como pela sua articulação com o meio acadêmico nacional e internacional.

A partir de seus estudos, de suas experiências metodológicas, vivenciadas em território americano, e de suas pesquisas, influenciadas sobretudo pelo *Disciplined Based Art Education* – DBAE, Ana Mae propõe uma abordagem metodológica denominada Proposta Triangular para o ensino da arte, na qual defende que o processo de ensino e aprendizagem em arte deve ocorrer a partir de ações que inter-relacionam o fazer artístico com a apreciação, a “leitura da obra de arte”, envolvendo a crítica e a estética, a contextualização e os conhecimentos históricos e estéticos em arte.

É importante salientar que, além do DBAE, Ana Mae foi influenciada, também, pelas *Escuelas al Aire Libre* mexicanas, os *Critical Studies* ingleses e pelo movimento de crítica literária e ensino da literatura americana *Reader Response*. Este último contribuiu para inspirar a designação “leitura de obra de arte” como um dos componentes da triangulação ensino-aprendizagem.

O DBAE propõe como componentes do currículo de Artes Plásticas a História da Arte, a crítica, a estética e o fazer artístico, correspondendo às quatro mais importantes coisas que as pessoas fazem com a arte. Elas a produzem, elas a vêem, elas procuram entender seu lugar na cultura através do tempo, elas fazem julgamento acerca de sua qualidade (BARBOSA, 2004, p. 36-37).

A Proposta Triangular começou a ser sistematizada em 1983, no Festival de Inverno de Campos de Jordão, em São Paulo. As ideias contidas nesta proposta orientaram a política multicultural do Museu de Arte Contemporânea (MAC) na Universidade de São Paulo (USP) de 1987 e 1993 e na Secretaria Municipal de Educação da cidade de São Paulo. A Proposta Triangular somou-se às ideias do educador Paulo Freire, que na época era o Secretário Municipal de

Educação de São Paulo, além de coincidir com o início do pós-modernismo em Arte/Educação¹ (BARBOSA, 2010).

Essa proposta teve como marco central de desenvolvimento o MAC – Museu de Arte Contemporânea, na USP, em 1987, quando então Ana Mae ocupava o cargo de diretora. Em 1998, recebeu apoio fundamental da Secretaria Estadual do Município de São Paulo e de algumas fundações. Desde então, a Proposta Triangular tem sido difundida por todo o país, e professores de arte têm apropriado dela, colocando-a em prática em suas salas de aula (TEUBER, 2007).

No MAC foi sistematizada a *Proposta Triangular*, que modificou o ensino da Arte na escola fundamental e média no Brasil, introduzindo o conhecimento da Arte ao lado da prática com os meios artísticos. A *Proposta Triangular* salientou a importância da interpretação da Arte e das vantagens de ver e analisar as obras ao vivo (BARBOSA, *Museus como laboratórios*, p. 1, *apud* TEUBER, 2007, p. 35).

A oportunidade de ver e analisar obras de arte ao vivo é um aspecto importante nessa proposta. A transição livre entre escola e museu fortaleceu e ampliou a compressão da arte.

Essa questão foi fortalecida enquanto Ana Mae esteve à frente do MAC – USP. A Proposta Triangular, tendo por meio a leitura de obras originais do Museu, foi sistematizada e amplamente experimentada. Essa nova perspectiva de ensino, proposta por Ana Mae, fomenta a aproximação do aluno e do professor à obra de arte. Se, antes, ensinar arte era sinônimo do fazer “aprendendo” a fazer (o *laissez-faire*, que se traduz mais por proporcionar condições metodológicas para que o aluno possa exprimir-se subjetiva e individualmente), agora é enfatizado o fazer artístico, a leitura da obra de arte, assim como a própria História da Arte (TEUBER, 2007).

Em arte-educação, a Proposta Triangular, que até pode ser considerada elementar se comparada com os parâmetros educacionais e estéticos sofisticados das nações centrais, tem correspondido à realidade do

¹ No livro: BARBOSA, Ana M. **Arte/Educação Contemporânea**: Consonâncias Internacionais. 3ª ed. São Paulo: Cortez, 2010, a autora esclarece: “uso as expressões ensino de arte e Arte/Educação como equivalentes. Prefiro a designação Arte/Educação (com barra) por recomendação feita por uma linguista, Lucia Pimentel, que criticou o uso do hífen como usávamos em Arte-Educação, para dar sentido de pertencimento. Já a barra, com base na linguagem de computador, é que significa “pertencer a”.

professor que temos e à necessidade de instrumentalizar o aluno para o momento em que vivemos, respondendo ao valor fundamental a ser buscado em nossa educação: a leitura, a alfabetização (BARBOSA, 1998, p. 35).

Arte-educação, proposto por Barbosa (2004, p. 32) é “uma certa epistemologia da arte”. A Proposta Triangular integra os componentes: a “leitura de obra de arte”, a “história da arte” e “a criação” (fazer artístico). Porém, nenhum deles desenvolvido de forma isolada corresponde à epistemologia da arte. O conhecimento em artes se dá na intersecção da experimentação, da decodificação e da informação (BARBOSA, 2004).

A leitura da obra de arte, um dos componentes da Proposta Triangular, envolve uma “análise crítica da materialidade da obra e princípios estéticos ou semiológicos, ou gestálticos ou icnográficos. [...] Essa leitura é enriquecida com informações históricas e ambas partem e se desembocam no fazer artístico” (BARBOSA, 2004, p. 37).

Com relação ao componente “história da arte”, Ana Mae diz:

não adotamos um critério de história da arte objetivo e cientificante que seja apenas prescritivo, eliminando a subjetividade. Sabemos que em história da arte é importante conhecer as características das classificações de estilo, a relação de uma forma de expressão com as características sociais e com a psicologia social da época, mas analisar as características formais do objeto no seu *Habitat* de origem não pode ser o escopo máximo da história da arte. Cada geração tem direito de olhar e interpretar a história de uma maneira própria, dando um significado à história que não tem significação em si mesma (BARBOSA, 2004, p. 37-38).

O último componente refere-se ao fazer artístico. Ana Mae coloca que o fazer artístico é

insubstituível para a aprendizagem da Arte e para o desenvolvimento do pensamento e da linguagem presentacional, uma forma diferente do pensamento/linguagem discursivo, que caracteriza as áreas nas quais domina o discurso verbal, e também diferente do pensamento científico presidido pela lógica. O pensamento presentacional das artes plásticas capta e processa a informação através da imagem. A produção de arte faz a criança pensar inteligentemente acerca da criação de imagens visuais. [...] Temos que alfabetizar para a leitura da imagem. Através da leitura das obras de artes plásticas estaremos preparando a criança para decodificação da gramática visual, da imagem fixa e, através da leitura do cinema e da televisão, a prepararemos para aprender a gramática da imagem em movimento (ibidem, p. 34).

A proposta de Ana Mae, mesmo tendo alcançado enorme apreciação por pesquisadores, instituições de ensino, arte-educadores, sendo vastamente difundida por todo o país e tendo sido citada em documentos oficiais, como os Parâmetros Curriculares Nacionais de Arte, recebeu diversas críticas. Dentre tais críticas, destacam-se as seguintes: a Proposta Triangular é uma “cópia do modelo americano DBAE; é uma disseminação da releitura; promove a hierarquização das atividades e dá ênfase ao código hegemônico europeu e norte-americano erudito de arte” (TEUBER, 2007).

A esse respeito Ana Mae argumenta que a “Proposta Triangular se opõe ao DBAE, porque este discipliniza os componentes da aprendizagem da arte, mostrando uma construção modernista, com um currículo arranjado por disciplinas” (TEUBER, 2007, p. 62). E complementa que

a Proposta Triangular não foi adaptada do DBAE, mas sistematizada a partir das condições estéticas e culturais da pós-modernidade. Trazer significa transportar algo que já existia. Não existia o sistema metodológico baseado em ações (fazer-ler-contextualizar). O DBAE é baseado em disciplinas (Estética – História – Crítica...) e por isso criticado por mim desde o início (BARBOSA *apud* TEUBER, 2007, p. 62).

Apesar de críticas, não há como negar que o trabalho de Ana Mae Barbosa foi expressivo na história do ensino da arte no Brasil. Porém, diferentemente das ideias de Herbert Read, que valorizava a livre expressão, a percepção, a espontaneidade, a sensibilidade e a liberdade, o ensino de arte no Brasil, liderado por Ana Mae a partir da década de 1970, seguiu uma tendência mais racionalista, mesmo baseada em ações. Sobre essa questão, Maurice de Sauasmarez em um congresso sobre a “Expressão do Adolescente na Arte e no Artesanato”, ocorrido em Bretton Hall, na Inglaterra, em 1956, já argumentava que

embora a livre expressão tivesse contribuído significativamente para a libertação da criatividade em escolas de primeiro grau, fazia-se necessário que aos adolescentes fosse dispensada uma abordagem mais objetiva e racional (BARBOSA, 1994, p. 35, *apud* OSINSKI, 1998, p. 98).

Seguindo essa tendência mais racionalista e atribuindo maior valor ao conhecimento e à apreciação artística, aliados à produção de arte, a proposta de

Barbosa (1994, p. 35) não excluiu, de forma definitiva, a liberdade de expressão, no entanto, defendia um currículo que se

interligasse o fazer artístico, a história da arte e a análise da obra de arte estaria se organizando de maneira que a criança, suas necessidades, seus interesses e seu desenvolvimento estariam sendo respeitados e, ao mesmo tempo, estaria sendo respeitada a matéria a ser aprendida, seus valores, sua estrutura e sua contribuição específica para a cultura.

Esse ensino de arte, pretensamente estético, tal como desenvolvido hoje nas escolas brasileiras, vem se pautando, principalmente, mais pela transmissão de conhecimentos formais e reflexivos acerca da arte, de interpretações e apreciações de obras famosas, do que se preocupando com uma real educação da sensibilidade, como já foi dito. Vem privilegiando o conceito, o discurso, o argumentar sobre um objeto, em detrimento do fazer, do sentir, do experienciar. Percebe-se nessa atitude metodológica e filosófica um acentuado academicismo e um marcante cerebralismo, tão peculiares aos teóricos da atual universidade brasileira, instituição essa que vem se prodigalizando na produção de explicações, interpretações e de releituras de obras de arte famosas em detrimento do sentir, do refletir, do fazer, do experienciar seus componentes (DUARTE JR, 2010).

Duarte Jr (2010, p. 183) salienta ainda:

não que informações sobre história da arte ou reflexões estéticas devam ser postas de lado como inúteis. Pelo contrário: elas são necessárias e devem fazer parte da educação das novas gerações. Contudo, tais exercícios consistem em trabalhos racionais, no sentido mais estrito do termo, contribuindo, de *per se*, com muito pouco para um verdadeiro desenvolvimento da sensibilidade.

O aprimoramento da sensibilidade, conforme já citado anteriormente, seria possível, segundo Herbert Read, com o contato desde cedo com todo tipo de manifestação artística, contato este que promoveria a curiosidade e a motivação para o processo de criação.

Uma proposta de educação pela arte já foi defendida por pensadores e filósofos ao longo da história, dentre os quais, mais recentemente, Herbert Read. Porém, com o modernismo e, mais precisamente, nos tempos atuais, quando

estamos tomados pela sociedade industrial, pela tecnologia, pela automatização, em que se valoriza a racionalidade em detrimento da sensibilidade, falar em educação pela arte, em investimentos educacionais a favor do desenvolvimento da sensibilidade, soa quase que como uma afronta, uma ousadia aos padrões racionais da modernidade.

Nesse sentido, Duarte Jr diz sobre as ideias de Herbert Read:

vivendo em outros tempos, quando os sentidos não estavam ininterruptamente bombardeados pela mídia e as cidades eram menos poluídas e mais amigáveis, além do contato com a natureza ser praticamente diário, afora sabores artificiais e padronizados não haverem ainda invadido a mesa da maioria, parece evidente que o contato com a arte poderia então possibilitar um refinamento daquela sensibilidade já exercida cotidianamente. Hoje, todavia, na esteira dessa regressão sensível operada pela sociedade industrial, a questão é verificar o quão embrutecidos e toscos se encontram os sentidos humanos (por detrás desse "modernoso" verniz de consumo e moda que os recobre) e tratar de sobre eles atuar, promovendo-lhes o crescimento e o desenvolvimento mínimos para que se possa adentrar no reino da sensibilidade simbólica regido pela arte (DUARTE JR, 2010, p. 26).

No entanto, diante dessa civilização excessivamente automatizada, torna-se mais que necessário resgatar os sentidos atrofiados do humano, (re)humanizar o robô, e isso pode ser possível por meio da arte e de seus recursos conceituais. A educação da sensibilidade torna-se, a cada dia, mais necessária, juntamente com a racionalidade. Ambas precisam ser educadas. "Pois o conhecimento do mundo é uma mistura de rigor e poesia, de razão e paixão, de lógica e mitologia" (MAFFESOLI, 1988, p. 90 *apud* DUARTE JR, 2010, p. 186).

Logo, baseados nos fundamentos da teoria de Herbert Read é que pretendemos formular nossas ideias, por analogia, construindo uma Educação Matemática pela Arte. O desafio é grande, visto que a matemática é considerada a ciência mais racional. Então, como desenvolver a sensibilidade matemática além da racionalidade? Tentando responder a essa questão e apropriando-nos da frase de Antonio Machado²: "o caminho faz-se caminhando", então vamos caminhar...

² António Machado (Sevilha, 1875 – França, 1939) foi um célebre poeta espanhol. A frase, transcrita acima, integra o poema mais vasto da sua obra "Cantares".

CAPÍTULO 2

EDUCAÇÃO MATEMÁTICA PELA ARTE: UMA REINTERPRETAÇÃO DE “A REDEÇÃO DO ROBÔ” PARA A EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

*A única coisa que vale a pena aprender é a criar,
o que já muda a noção de aprender.*

Pedro Demo

2.1 Herbert Read e sua proposta de “Educação pela Arte”

Herbert Read é um dos pioneiros de um programa de ação denominado “Educação através da Arte” ou “Educação pela Arte”. Em suas publicações – livros e artigos – e em conferências proferidas por vários países, ele expõe os fundamentos de sua visão de educação, afirmando que a arte deve ser a base da educação. Não é simplesmente a educação artística como técnica, mas é o desenvolvimento da sensibilidade, da percepção, do sentimento, da criatividade.

Essa é uma teoria que compreende todas as formas de expressão, dentre elas a literária e poética (verbal), bem como a musical e auditiva, e constitui um enfoque integral da realidade, que deveria denominar-se educação estética, a educação desses sentidos sobre os quais se fundam a consciência e, em última instância, a inteligência e o juízo do indivíduo humano. Somente na medida em que esses sentidos estabelecem uma relação harmoniosa e habitual com o mundo exterior é que se constrói uma personalidade integrada (READ, 2001). Junto com Read (1986, 2001), outros autores como Dewey (1978), Lowenfeld (1977, 1971), entre outros, forneceram as bases teóricas para um ensino de arte baseado na liberdade, na atividade, na experiência, na intuição e na individualidade.

A proposta, “educação pela arte”, defendida por Herbert Read, remonta à década de 1940. Porém, a necessidade de uma educação do sensível, contrapondo-se aos defensores do modo racionalista de ser, já era defendida por

pensadores e filósofos anteriores a Read, como Platão, Friedrich Schiller³, Johann Friedrich Herbart⁴ e outros. Nessa Proposta, mais do que um tratado acadêmico, Read elabora um manifesto em favor de reformas educacionais em todas as áreas do conhecimento.

A Educação pela Arte, como já dito, não é uma tese nova. Segundo Herbert Read, já foi explicitamente formulada por Platão há muitos séculos. Poderíamos dizer até que carrega traços dos fundamentos da matemática, defendidos por Pitágoras (séc. VI a. C.) e por seus seguidores. Os pitagóricos viam o mundo como um cosmo, isto é, como um todo ordenado. Para eles, a harmonia, a regularidade, a homogeneidade, a uniformidade e a ordem do universo são expressas na harmonia dos números, estabelecendo uma íntima conexão entre o mundo e a matemática, concepção que era estendida à harmonia espiritual do homem.

Herbert Read via a arte na escola como expressão criadora. A proposta formulada por ele, conhecida como “a educação pela arte”, procura valorizar, no ser humano, os aspectos intelectuais, morais e estéticos, e despertar sua consciência individual, integrando-o ao grupo social do qual faz parte. Pautou muito de seu trabalho na psicologia e na filosofia. “Esperava ele aprimorar a sensibilidade de crianças e adolescente por meio do contato intensivo com a arte, contato do qual surgiriam também a curiosidade e a motivação para o desvendar racional e reflexivo do mundo, por intermédio da ciência e da filosofia” (DUARTE JR, 2010, p. 26).

Para Herbert Read (2001), há três atividades que devem ter lugar na educação através da arte: a) de autoexpressão – que é a necessidade inata do indivíduo de comunicar a outros indivíduos seus pensamentos, sentimentos e emoções; b) de observação – que é o desejo de registrar suas impressões sensoriais, de esclarecer seu conhecimento conceitual, de construir sua memória, de construir coisas que auxiliem suas atividades práticas; c) de apreciação – que é a resposta do indivíduo aos modos de expressão que outras pessoas dirigem a ele, e, geralmente, a resposta do indivíduo aos valores do mundo.

³ Cartas sobre a educação estética da humanidade, publicada no século XVIII.

⁴ Sobre a revelação estética do mundo como a principal obra da educação, publicada em 1804.

Não era intenção de Herbert Read postular que a educação por meio da arte devesse formar artistas, e nem ao menos críticos ou teóricos do fenômeno estético, desenvolvidos em sua capacidade de encadear reflexões acerca de estilos, escolas e tendências, ou de discorrer sobre a história da arte, mas mostrou em seus escritos uma preocupação, no sentido de que a arte poderia ser instrumento ideal para a educação do sensível, na medida em que ela é capaz de configurar uma dimensão do conhecimento passível de estabelecer pontes entre o saber sensível, proporcionado por nossos órgãos dos sentidos, e a abstrativa capacidade simbólica do ser humano (DUARTE JR, 2010).

Ainda, Herbert Read faz uma intensa e profunda análise das relações entre a arte e a educação, numa harmoniosa síntese de ideias e textos que dão o fundamento filosófico da educação, da arte, e poderão nos dar o fundamento filosófico da educação matemática.

A Filosofia da Educação Matemática, campo onde se situa esta pesquisa, é um campo recente de investigação e vem se constituindo como uma região de inquérito, significações e procedimentos, particularmente, obtendo maior vigor com todo o movimento de ensino da matemática. Incorpora aspectos filosóficos provenientes da Filosofia da Educação e da Filosofia da Matemática. Caracteriza-se por um pensar reflexivo, sistemático e crítico sobre a natureza dos objetos matemáticos, da veracidade do conhecimento matemático, do valor da matemática, além de práticas pedagógicas de matemática e do contexto sociocultural onde ocorrem situações de ensino e aprendizagem de matemática (BICUDO & GARNICA, 2006).

2.2 Alguns desafios do processo pedagógico e da Educação Matemática

Diante dos fatores sociais, culturais, políticos e econômicos que permeiam nossos sistemas educacionais, torna-se fundamental lançar um olhar para repensar os processos pedagógicos, de modo a preparar o aluno para a vida e não somente para o mero acúmulo de informações. É necessário olhar e dedicar uma atenção especial aos nossos alunos, professores e escola, para que tenhamos um aluno vivo, inquieto e participativo, um professor que não tenha

medo de suas próprias incertezas e com uma escola aberta, viva, posta no mundo e consciente de todos os fatores que implicam no ato de educar. É necessário dedicar atenção à capacidade humana de apreender a realidade do mundo de modo consciente, sensível, organizado e direcionado.

É fundamental que todos aqueles envolvidos em educação – pesquisadores, professores, estudantes, pais, instituições, entre outros – se questionem mais sobre o papel da educação, sobre o papel das disciplinas escolares na formação integral dos indivíduos. Para tanto, devem estar mais abertos, mais inquietos, mais vivos e em constante reflexão sobre os processos pedagógicos, sobre o ensinar e o aprender e sobre os reais objetivos da educação.

Neste trabalho, especialmente, defendemos que os envolvidos com o processo pedagógico devem refletir sobre o papel da educação matemática para o ensino da matemática, colocando em evidência a parte sensível da matemática, pois da forma como é ensinada hoje, na maioria das escolas, a matemática ainda é tratada por muitos como

uma ciência à parte, desligada da realidade, vivendo na penumbra do gabinete, um gabinete fechado, onde não entram ruídos do mundo exterior, nem o sol, nem os clamores dos homens. Isto é, em parte verdadeiro. Sem dúvida, a matemática possui *problemas próprios*, que não têm ligação imediata com os outros problemas da vida social. Mas não há dúvida também de que os seus fundamentos mergulham *tanto como os de outro qualquer ramo da Ciência*, na vida real; uns e outros entroncam na mesma *madre* (CARAÇA, 2005, p. xxiii).

No entanto, a matemática, enquanto ciência aberta, precisa ser vista na atualidade como um organismo vivo, dinâmico, em movimento, impregnado de ação humana e de arte. Os conceitos matemáticos são criados e recriados historicamente pelos conflitos de uma longa investigação e evolução nas pesquisas. O encadeamento desses conceitos em uma estrutura lógica e em uma estrutura histórica é, também, estético, é uma forma de arte.

No contexto escolar, essa disciplina provoca, em muitos alunos, sensações de medo e de desconforto na aprendizagem dos conteúdos matemáticos. Esse fato tem levado muitos professores e pesquisadores a dedicar mais tempo na preparação de suas aulas e em pesquisas para propor um ensino que seja

agradável, mas que, ao mesmo tempo, cumpra seu papel na formação integral do aluno. A Educação Matemática, enquanto campo de conhecimento interdisciplinar, tem como preocupação o ensino, a aprendizagem e o conhecimento matemático, e procura dar subsídios teóricos e metodológicos para um ensino da matemática que incorpore essas características.

Anterior às representações simbólicas, às abstrações matemáticas, por exemplo, há um saber sensível, primitivo, fundador de todos os demais conhecimentos que facilitam os nossos processos de raciocínio, reflexões e visão do mundo. E devemos voltar a atenção a esse saber, educar a sensibilidade, se quisermos compreender as bases nas quais repousam nosso sistema educacional e nas quais repousam os conceitos matemáticos.

Duarte Jr (2010, p. 12), citando Merleau-Ponty, (1971) coloca:

tudo o que sei do mundo, mesmo devido à ciência, o sei a partir de minha visão pessoal ou de uma experiência do mundo sem a qual os símbolos da ciência nada significariam. Todo o universo da ciência é construído sobre o mundo vivido, e se quisermos pensar na própria ciência com rigor, apreciar exatamente o seu sentido e seu alcance, convém despertarmos primeiramente esta experiência do mundo da qual ela é expressão segunda. [...] Retornar às coisas mesmas é retornar a este mundo antes do conhecimento cujo conhecimento fala sempre, e com respeito ao qual toda determinação científica é abstrata, representativa e dependente.

Nesse sentido, no campo da ciência, mais particularmente no campo da matemática, esta será sempre e melhor compreendida a partir do mundo vivenciado, da experiência, aprimorando nossa sensibilidade e percepção; porém, uma percepção de ordem superior, que também nos dê acesso a mundos da imaginação. Dessa forma, antes de ser estruturada num *corpus* imutável de conhecimento, a matemática surge como uma construção do sensível e é percebida pelos sentidos, assim como a razão e a lógica, suas características próprias, também podem ser objeto do conhecimento sensível. Neste caso, estético.

2.3 Primeiros Passos na Educação Matemática pela Arte: os princípios de Herbert Read

Retomemos a obra “A Redenção do Robô: meu Encontro com a Educação através da Arte”, de Herbert Read, quando ele trata do processo pedagógico.

Na concepção desse autor “a única esperança de mudarmos o mundo é através dos processos de treinamento físico e mental a que chamamos ‘educação’” (1986, p. 11). Por ser esta uma palavra tão convencional, desgastada pelo mau uso, o autor procura dar novos significados a ela, incorporando uma outra palavra ao termo educação: “Educação pela Arte”. E nós, fazendo uma reinterpretação do termo, acrescentamos uma terceira palavra: “Educação Matemática pela Arte”, por acreditar que a arte faz parte da vida humana, na medida em que permite o acesso às dimensões não reveladas pela lógica matemática formal e pelo pensamento discursivo racional, e por acreditar ainda que, por meio dela, pode-se operar a educação da intuição e da sensibilidade, importantes capacidades para a compreensão da própria matemática, pois o conhecimento não só se atinge apenas pela razão, mas também pela sensibilidade.

Para entender o programa de ação chamado “Educação pela Arte”, defendido por Herbert Read, o qual procuramos adaptar para o campo da Educação Matemática, é necessário compreender melhor os termos ‘educação’ e ‘arte’ na concepção desse autor.

Tanto ‘educação’ como ‘arte’ são duas palavras ambíguas que precisam ser melhor entendidas e esclarecidas. Portanto, torna-se necessário compreender a instigante associação dessas duas palavras no sentido de trazer alguma luz à mente do leitor:

quando falo em arte quero dizer um processo educacional, um processo de crescimento; e, quando falo em educação, quero designar um processo artístico, um processo de autocriação. Como educadores, olhamos o processo do lado de fora; como artistas, o vemos por dentro; e ambos os processos, integrados, constituem o ser humano completo (READ, 1986, p.12).

O artista é um ser dotado de extrema sensibilidade, intuição, inquietude. Um ser que busca, que investiga, que sente e exprime seus sentimentos, mas muitas vezes não sabe verbalizar o que esse processo de sentir acarreta. O professor – produto evidente de uma procura intelectual – poderá com maior

tranquilidade ter condições para elaborar, verbalizar esse processo com menor ansiedade e com maior estrutura seguindo uma lógica racional.

A associação desses dois conceitos pode produzir um efeito mais significativo ao processo pedagógico. Esperamos que a associação dos conceitos educação, matemática e arte, caminho trilhado neste trabalho, possa permitir olhar para o aluno com sua afetividade, sua sensibilidade, suas percepções, sua expressão, seus sentidos, sua crítica, sua criatividade, seus medos, enfim, perceber o aluno como uma pessoa inteira. Isso é pouco salientado em nosso sistema educacional nos dias de hoje. O mundo civilizado, moderno e cada vez mais tecnológico tem imposto um modelo de educação baseado na classificação e na divisão, salientando as distinções, pois o mais importante é o progresso, o sucesso e a competitividade.

Para Read (1986), um dos pontos centrais de sua conceitualização é que existem dois princípios que deveriam nortear os objetivos da educação: educar com referência às coisas e educar para unir, não para dividir. No entanto, os dois princípios devem ser sempre considerados e analisados conjuntamente para atingir uma unidade na educação. Na seção 2.6 essa discussão será ampliada, contudo, algumas características desses dois princípios podem ser antecipadas:

Em relação ao primeiro, a educação com referência às coisas, pode significar exatamente o que Platão e Rousseau quiseram dizer: que a educação deveria fluir através dos sentidos, dos membros e dos músculos, e não primordialmente através das faculdades de abstração; devemos conservar a criança dependente apenas das coisas. Se assim o fizermos, ou seja, se seguirmos esse caminho, teremos seguido na educação a ordem natural das coisas, de maturação e de desenvolvimento, pois a ordem natural das coisas é um processo contínuo de liberdade ou espontaneidade, de crescimento e integração; devemos, ainda, deixar os desejos irracionais das crianças livres para se defrontarem com obstáculos apenas físicos ou com a função que resultar de suas próprias ações e atitudes; é suficientemente sensato na educação prevenir o erro sem proibir de errar; a experiência ou a ausência de autoridade deverão ocupar o lugar da lei; a verdadeira educação consiste menos no preceito que na prática.

Com relação ao segundo princípio, Read coloca que aquilo que uma criança pode realizar sem ajuda, no controle ou manipulação das coisas, é bastante limitado; mas ela logo descobre, com uma orientação sensata, que é possível realizar muito mais por meio da cooperação e ajuda mútua. Esse princípio permite a crença de que é possível uma educação que vise a colaboração, a união, e não a divisão.

Interpretando o que Read disse a respeito da educação no campo da Educação Matemática, e levando em consideração a realidade atual, podemos dizer que um dos objetivos principais da Educação Matemática continua sendo: educar matematicamente com referência às coisas, isto é, a matemática deve fluir através dos sentidos, permitindo a educação da sensibilidade, dos sentimentos e estimulando o pensamento matemático ligado às suas faculdades de intuição e imaginação e não somente através das faculdades de abstração, ou seja, as faculdades ligadas à lógica formal, à racionalidade.

Cifuentes (2005, p. 56) coloca que a emoção

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 capacidades do ser humano, a razão e a 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 platônico-cartesiana, de que os objetos matemáticos são ideias desligadas de toda experiência sensível e que à verdade matemática acede-se pela razão.

No entanto, as dimensões do pensamento matemático são permeadas pela razão e pela intuição. A aquisição do conhecimento em matemática envolve tanto lógica, razão e linguagem, quanto intuição, imaginação e sensibilidade, estas últimas estão intimamente ligadas à experiência estética.

Amor, beleza, encantamento, dentre tantas outras, são palavras veladas em nosso rigoroso meio científico, sempre cioso por definir seus objetos de estudo em termos de qualidades objetiváveis, isto é, mensuráveis. No entanto, é preciso ousar, furar a crosta cientificista que vem tornando reflexões no meio científico impermeáveis à vida que realmente importa: aquela levada em nosso

dia a dia. O conhecimento é adquirido, antes de tudo, valendo-se desses saberes sensíveis e são estes conhecimentos que os cientistas apressam-se logo em classificar como “não-científicos” ou próprios do “senso comum”, mas que contém, também, verdades ou validade prática (DUARTE JR, 2010).

O processo pedagógico precisa considerar as principais dimensões da aquisição do conhecimento, ou seja, razão e emoção. Nesse processo, pode entrar em cena uma educação baseada em atividades lúdicas, as quais podem ser potencializadas pelos novos recursos tecnológicos. Na educação matemática, o trabalho pautado também em atividades lúdicas, por exemplo, em abordagem envolvendo a literatura, em brincadeiras, em jogos pedagógicos, em histórias em quadrinhos, em manipulação de materiais didáticos e nos novos recursos tecnológicos, entre tantas outras, quando bem planejado, pode auxiliar no desenvolvimento das capacidades de observação, investigação, análise, reflexão, argumentação, verificação e na tomada de decisões.

Com relação ao conceito “jogo”, recorremos a Huizinga (2010, p. 4)

O jogo é mais do que um fenômeno fisiológico ou reflexo psicológico. Ultrapassa os limites da atividade puramente física ou biológica. É uma função significativa, isto é, encerra um determinado sentido. No jogo existe alguma coisa “em jogo” que transcende as necessidades imediatas da vida e confere um sentido à ação.

O jogo é desinteressado, é livre, é fascinante. Ele proporciona prazer, atenção, tensão, risos. Cria ordem, sequência, equilíbrio, união. Introduce na confusão da vida e na imperfeição do mundo uma perfeição, exige uma ordem suprema e absoluta, em virtude disso está, em certa medida, ligado ao domínio da estética. “Está cheio das duas qualidades mais nobres que somos capazes de ver nas coisas: o ritmo e a harmonia” (HUIZINGA, 2010, p. 13). Novamente, aparece a educação nas coisas, um dos princípios que norteiam a educação defendida por Herbert Read.

Vale lembrar que nem todo jogo pode constituir-se em um recurso pedagógico, ser prazeroso e estimular a aprendizagem. Com relação a isso, Antunes (1998, p. 38) afirma que

o elemento que separa um jogo pedagógico de outro de caráter apenas lúdico é que os jogos ou brinquedos pedagógicos são desenvolvidos com a intenção explícita de provocar uma aprendizagem significativa, estimular a construção de um novo conhecimento e, principalmente, despertar o desenvolvimento de uma habilidade operatória.

Quando tratamos de jogos na educação matemática, estamos nos referindo a jogos pedagógicos que privilegiam a colaboração, a interação e sua ludicidade, jogos que permitem aprimorar a intuição, a criatividade, a imaginação, a sistematização, a abstração, entre outros aspectos essenciais para a construção do conhecimento. Sob essa ótica, podemos dizer que o jogo deixa de ser somente uma atividade de lazer, de descanso ou até mesmo de passatempo e assume seu papel no processo de ensino e de aprendizagem. Assim, além de proporcionar “prazer”, entretenimento, diversão, os jogos, nas suas dimensões lúdicas, quando mediados pela ação docente, podem auxiliar na compreensão e sistematização de conceitos matemáticos.

Segundo Luckesi (1998, 2000), a atividade lúdica é aquela que propicia uma “plenitude da experiência”, um “estado de espírito”, um “estado de consciência”. Habitualmente se pensa que uma atividade lúdica é uma atividade divertida, prazerosa. Poderá sê-la ou não. O que mais caracteriza a ludicidade é a experiência de plenitude que ela possibilita a quem a vivencia em seus atos. Enquanto estamos participando verdadeiramente de uma atividade lúdica, não há lugar, na nossa experiência, para qualquer outra coisa além dessa própria atividade. Não há divisão. Estamos inteiros, plenos, flexíveis, alegres, saudáveis. Brincar, jogar, agir ludicamente, exige uma entrega total do ser humano, corpo e mente, ao mesmo tempo. A atividade lúdica não admite divisão, se assim ocorrer é porque não estamos verdadeiramente participando da atividade.

Acreditamos que os jogos podem suscitar, desencadear, introduzir um ensino matemático mais prazeroso; podem permitir o estabelecimento de relações cada vez mais complexas que possibilitarão compreender e desenvolver conceitos matemáticos; podem ser um recurso pedagógico significativo na construção do conhecimento matemático, pois o jogo na Educação Matemática “passa a ter o caráter de material de ensino, quando considerado promotor de aprendizagem. A criança, colocada diante de situações lúdicas, apreende a

estrutura lógica da brincadeira e, deste modo, apreende também a estrutura matemática presente” (MOURA, 1996, p. 80).

Platão já defendia a ideia do jogo há séculos. Para ele, o ensino da matemática deveria ser desenvolvido de maneira lúdica e por meio de jogos e problemas, evitando a mecanização. No entanto, os jogos e os problemas, além de aplicações práticas, deveriam, principalmente, abrir caminhos para um grau maior de abstração (MIORIM, 1998).

Assim como na concepção de Platão, a educação deve basear-se nas artes e em suas diversas manifestações. A educação matemática também pode se realizar através das artes, das brincadeiras, dos jogos criativos e de seus aspectos lúdicos.

Para Herbert Read (1986, p. 15), assim como o jogo, “a arte deve ser praticada para ser apreciada, e ensinada em aprendizado íntimo”. Assim o é a matemática, ela deve ser praticada e experienciada em aprendizado íntimo. O pensamento matemático deve ser visto e desenvolvido como uma atividade. E ao pensar na matemática como atividade, “devemos destacar evidência, ideias, estratégias, ocorrências na construção/produção do conhecimento. O processo, mais que o produto” (CIFUENTES, 2010, p. 22).

Aprende-se matemática fazendo matemática, ou seja, matematizando. Isto é uma forma de atividade artística, pois a arte, como a matemática, não pode ser aprendida por preceitos, por uma instrução verbal qualquer. Ambas são, falando com propriedade, um contágio, e se transmite como o fogo de espírito para espírito. “A sensibilidade à beleza na matemática é contagiosa. Ela é contraída, e não ensinada” (HUNTLEY, 1995, p. 18).

Como Herbert Read, acreditamos que o ensino de todas as matérias da estrutura curricular, em especial a matemática, deve ser feito neste contexto: ser praticado para ser apreciado. Deve ser um contágio, deve envolver sentimentos. Tanto ensinar quanto aprender matemática deve ser prazeroso; o seu ensino deve ser harmônico e dinâmico, deve fazer a diferença na vida dos alunos.

Sendo trabalhado dessa forma, acreditamos que os objetivos da educação e da educação matemática para o processo de ver e compreender o mundo como

um cosmo, isto é, com um todo ordenado e harmônico, como já defendiam os pitagóricos, poderão ser atingidos.

2.4 Objetivos da educação (matemática) segundo Herbert Read

Read (1986, p. 17), citando Willian Godwin (1797), coloca que o “verdadeiro objetivo da educação é a geração de felicidade”. Ao procurar uma palavra mais abrangente para o objetivo da educação, o próprio Godwin complementa afirmando que, fora de dúvida, a educação é um processo moral. A educação como processo moral, segundo Read (1986, p. 15), não é “educação por preceito moral, mas educação por prática moral, que significa, na realidade, educação por disciplina estética”. A educação visa o ajustamento do indivíduo na sociedade, ou seja, busca a harmonia, a integração do indivíduo com a sociedade, de modo que seja possível transformá-la, e, para tal, a educação estética, a educação da sensibilidade, é de fundamental importância nesse processo de transformação.

Interpretando o que Read disse a respeito do objetivo da educação para o campo da Educação Matemática, podemos dizer que a Educação Matemática por meio da educação da sensibilidade pode promover a felicidade, na medida em que mobiliza os sentimentos e as capacidades do ser humano para atingir o conhecimento por meio da associação das capacidades racionais e emocionais, inerentes à pessoa humana. Felicidade entendida também como uma elevação espiritual e não apenas como êxito prático que uma matemática puramente tecnicista poderia nos fornecer.

Educação “é uma acumulação de meios visando a um fim específico, e muitas das restrições ao nosso sistema educacional voltam-se contra a inadequação de tais meios, ou a falha em especificar com clareza suficiente os fins” (READ, 1986, p. 17). Por não termos claros os meios e os fins da educação e muito menos da matemática e da educação matemática, acabamos por manter um sistema educacional que privilegia a divisão, a competitividade ao invés da união, da reciprocidade e da ajuda mútua.

Interrogar os meios e os fins da educação, “colocar a prática educacional do nível do *saber fazer* em consonância com aquele do *por que e para que fazer desse modo*” é parte dos estudos da Filosofia da Educação (BICUDO & GARNICA, 2006, p. 21).

Já a Filosofia da Matemática dedica-se a entender o

conhecimento matemático no mundo, no mundo da ciência, o sentido que faz para o homem, de uma perspectiva antropológica e psicológica, a lógica da construção do conhecimento, os modos de expressão pelos quais aparece ou materializa, cultural e historicamente, a realidade dos seus objetos, a gênese de seu conhecimento (ibidem, p. 29).

É na interface dessas regiões de inquérito que a Filosofia da Educação Matemática “movimenta-se, construindo seu modo de argumentar, articular ideias, de investigar, de agir na realidade educacional, de expressar seu pensamento por meio de uma linguagem apropriada ao seu universo de questionamento” (ibidem, p. 33-34).

Os meios e os fins da educação perpassam pela Filosofia da Educação, da Matemática e da Educação Matemática. Portanto, é necessário lançar múltiplos olhares sobre o processo pedagógico, especialmente sobre a matemática e sobre a prática pedagógica, focalizada na realidade experienciada nos ambientes de ensino e de aprendizagem da matemática.

A Educação Matemática, assim pensada, pretende desenvolver no aluno um modo matemático de pensar, um modo que o possibilite agir diante desse sistema educacional em prol de condições sociais de uma vida mais humana e igualitária e que o possibilite romper com algumas dessas condições preestabelecidas, um sistema que visa a divisão, a competição, a eficiência, o progresso.

Voltando ao termo “felicidade”, Read (1986, p. 17-18) afirma que

a felicidade é um assunto individual. É o amadurecimento de cada fruta: seu grau ideal de maturação, de doçura, de fertilidade. [...] Como Godwin também disse, o homem é um ser social. “Em sociedade os interesses de cada indivíduo estão mesclados aos dos outros e não podem ser separados. Os homens deveriam ser ensinados a ajudar uns aos outros”. Em outras palavras, um fator de felicidade pessoal é a ajuda mútua. [...] A educação é o processo de seu ajustamento.

Isso se aplica também à educação matemática, na medida em que um estudante compreende um teorema ou consegue resolver um problema, esse processo pode proporcionar a ele grande satisfação, grande felicidade. Tal sentimento é particular, cada qual sente de uma maneira, mas, em geral, para quem o compreende ou resolve, é um deleite, pelo fato da demonstração do teorema ou a solução do problema serem belos e não apenas por conduzir a resultados práticos e úteis. Para ser interessante, um fato matemático deve ter, antes de tudo, beleza. Um teorema pode e deve ser bonito, tal como o é, por exemplo, uma poesia. Além disso, o interessante fato matemático cria um estado de espírito, de graça, de felicidade.

Porém, de acordo com Aristóteles, a felicidade não passa de um chavão e defini-la como objetivo da educação parece algo superficial; ela é psicológica, é transitória; é uma atividade da alma de acordo com a perfeita virtude. E toda riqueza material nada vale se não tivermos paz de espírito. Aristóteles, citado por Read, definiu assim o que queria dizer com “virtude”.

Não existe coisa tal como a virtude, mas apenas virtudes, intelectuais e morais. Sabedoria e compreensão, saber como agir ou comportar-se em dadas circunstâncias, a ciência da vida – este é um aspecto da virtude; mas uma pessoa pode possuir todo esse conhecimento e não ser capaz de controlar seus próprios impulsos e desejos. Ela pode ser dotada de compreensão perfeita, mas pode ser uma criatura de maus hábitos. Conhecimento e autodisciplina são, portanto, dois aspectos da virtude, ambos essenciais à felicidade e a serem aprendidos no decorrer normal da educação (READ, 1986, p. 18).

Em que consiste a virtude moral e intelectual? Read (1986) coloca que no primeiro aspecto, a virtude moral – que é a personalidade integrada como diriam os psicólogos, é objeto de consumo geral, é uma função interior da constituição psicológica e nervosa de cada ser humano, aparece como resultado do hábito. Somos condicionados pela natureza, pelo método científico a formar hábitos, a seguir padrões, e a forma que estes tomam é inerente na natureza. O segundo, a virtude intelectual, depende do temperamento ou da disposição de cada indivíduo, ela pode ser codificada e aceita como um sistema de crença e costumes.

Herbert Read (1986) salienta a prioridade da virtude moral, pois não há como tentar inculcar a virtude intelectual em mentes que não receberam o

preparo necessário. Apenas sobre uma haste de bondade, o conhecimento pode ser enxertado com segurança: ao enxertá-lo em hastes não equilibradas, nem desenvolvidas, mas neuróticas, simplesmente damos força a impulsos que podem, em si, ser maus ou corrompidos.

No campo da Educação Matemática, como desenvolver da melhor maneira as virtudes morais nos alunos? Como estimular melhor os sentidos de que cada indivíduo é dotado de forma a que este amadureça num estado de moderação, harmonia e destreza que lhe permita alcançar virtudes intelectuais em relação à matemática, liberdade de arbítrio e franqueza de espírito?

Aqui, temos que recorrer, novamente, às dimensões da aquisição do conhecimento, já citadas, ou seja, o conhecimento se adquire por meio de dois processos, a saber: razão e emoção. No entanto, estamos tão marcados pelas proposições do meio científico, que nos contentamos em aceitar que as “verdades” são alcançadas apenas pela ciência, e damos por líquido e certo que a “arte” é algo fora desse processo.

Ciência, aqui referida, implica mensuração, classificação e análise – o chamado “método científico”. Mas isso é apenas um método. O bom senso, que inclui a ciência em seu campo de ação, implica também síntese, ou seja, a apreensão e a compreensão das unidades em seu todo e de suas relações, das obras da imaginação e da atividade criativa, é uma abordagem subjetiva e sensorial da realidade e, a esse aspecto do bom senso, pode-se chamar o método da arte, ou “método estético”. Como tal, deve ser encarado como um ingrediente indispensável da educação (READ, 1986).

Considerando que o método científico não está ao alcance da capacidade mental da criança, ou melhor, que a consciência de estar utilizando um método científico não passa pela percepção imediata da criança, enquanto que os processos ligados ao método estético são naturais nela, devemos nos voltar para o “método da arte” como um método exequível nos primeiros estágios da educação. Porém, não podemos desconsiderar o método científico em sua totalidade e abrangência, pois, mesmo não sendo perceptível para a criança, ela o desenvolve de forma primária. Se observarmos a criança em algumas brincadeiras, como por exemplo na construção de um quebra-cabeça, vamos

notar que, depois de algum tempo, ela começa a perceber ordem, padrões e agir a partir dessa percepção, ou seja, a partir de um método. Esse é um aspecto válido também para a Educação Matemática.

Eis algumas considerações que pesquisadores na área da educação e da educação matemática precisam refletir para que o processo pedagógico não se torne, simplesmente, uma tarefa habitual, um ritual, uma rotina, um ato mecânico, pelo qual os estudantes são treinados para receber mais e mais informações sem argumentar e sem refletir sobre suas implicações na vida cotidiana. No processo pedagógico como um todo, e, principalmente, no ensino da matemática, os aspectos do “método estético” precisam ser ressaltados, ou seja, é necessário estimular a percepção, a criatividade, a imaginação. Assim, é preciso criar condições para que a apreensão e compreensão das unidades que compõem o conhecimento possam ser alcançadas num todo integrado.

Sob esse ponto de vista, os aspectos concernentes ao “método científico” e ao “método da arte”, citados anteriormente, devem ser orientadores para que os propósitos da educação sejam alcançados, já que implicam diretamente na vida cotidiana dos seres humanos.

Segundo Read (1986), o propósito da educação é: ensino, instrução, criação, disciplina, aquisição de conhecimento, aprendizagem forçada de maneiras ou moralidade – todas elas se reduzem a dois processos complementares, que podemos descrever como “crescimento individual” e “iniciação social”, isto é, “propiciar o crescimento do que é individual em cada ser humano, ao mesmo tempo em que harmoniza a individualidade assim desenvolvida com a unidade orgânica do grupo social ao qual o indivíduo pertence” (READ, 2001, p. 9). Portanto, apesar das distâncias que nos separam das concepções de Educação na época de Herbert Read, “a educação deve ser um processo não apenas de individualização, mas também de integração, que é reconciliação entre a singularidade individual e a unidade social” (ibidem, p. 6).

Se verificarmos em algumas das descrições, objetivos e preocupações da educação matemática, encontraremos afirmações de que a educação matemática deve se preocupar com o ensino, com a aprendizagem e com o conhecimento específico, agindo de forma integrada. Deve contribuir para a construção de um

futuro em que se possa encontrar a união, a igualdade, a paz e democracia para todos os seres humanos e deve ater-se sobre o “desenvolvimento de capacidades em criatividade, pensamento sistemático, resolução de problemas e comunicação” (SKOVSMOSE, 2007, p. 35).

Se os sistemas educacionais se preocuparem com esses propósitos, bem como observarem como eles se fundem, ter-se-ão pessoas cheias de graça, de vigor natural, livres, dinâmicas, independentes e vivendo em harmonia na sociedade cada vez mais cientificista, que se baseia no “método científico”, em detrimento do método da arte ou “método estético”. Esse “método estético”, proporcionado pela arte, é um instrumento indispensável para a educação, mais precisamente para a educação matemática, e para a produção de conhecimento.

Nesse campo da cientificidade, é importante trazer para a discussão as possibilidades de um conhecimento filosófico, suas características qualitativas, e de suas implicações pedagógicas na ciência, especialmente na matemática.

O conhecimento científico e filosófico são complementares na compreensão da realidade, inclusive da “realidade matemática”, cuja verdadeira complexidade manifesta-se só a partir da segunda metade do século XX, e de que a experiência é ingrediente fundamental na constituição desse conhecimento sobre o mundo tanto material quanto espiritual. Enquanto o conhecimento científico lida com significações, o filosófico lida também com os sentidos, estes mais do lado da razão poética: subjetiva, interpretativa, valorativa, do que a razão científica: objetiva, universal, neutra (CIFUENTES, 2010, p. 13).

Assim, o conhecimento filosófico e o conhecimento científico encontram na arte formas mais poéticas, subjetivas, para a construção e a experiência do conhecimento, em especial do conhecimento matemático. A matemática, sob esse olhar, é pensada como uma atividade, e com relação a esse pressuposto, é salientado o papel da visualização na aquisição do conhecimento matemático (ibidem, 2010, p. 13).

A educação matemática experienciada, reiterando, por meio de atividades lúdicas e criativas, pela educação estética, pode desenvolver no aluno o “gosto” e o “prazer” de estudar matemática, de experimentar uma sensação de felicidade ao resolver um problema matemático; pode possibilitar, ainda, o desenvolvimento da percepção da beleza, proporcionada pela estrutura matemática, além de

perceber esse conhecimento como parte indissociável do fazer diário. Entender a matemática dessa forma é fundamental para a compreensão da realidade e para a construção de conhecimentos.

Portanto, a arte e seu “método estético” não podem ser considerados como algo extra, como uma coisa exterior a ser introduzida no esquema geral da educação. Na educação matemática, esse método se torna fundamental, pois pode possibilitar uma maior compreensão dos conceitos matemáticos e uma percepção da beleza da matemática.

No decorrer do século XXI, houve uma revolução mundial na apreciação da arte pela criança. Pouco a pouco, é possível perceber que temos na arte mais um instrumento de educação e não simplesmente mais uma matéria a ensinar. As crianças possuem uma capacidade artística no seguinte sentido: uma forma de se expressar através de imagens visuais e plásticas apropriadas ao seu estágio de desenvolvimento mental, e essa linguagem pictórica é uma coisa que existe por seus próprios méritos e não deve ser julgada pelos padrões adultos. É um meio de comunicação que toda criança domina e que pode ser usada de forma a nos dar alguma compressão da criança, enquanto lhe fornece uma compreensão de seu meio ambiente. Além de ser usada como estimulador para o processo de aprendizado. A arte hoje não é mais algo “extra”, não procuramos mais juntar umas tantas crianças dotadas do que costumava chamar temperamento artístico e educar essa minoria para que se tornem artistas. Podemos reconhecer algum tipo de dote artístico em qualquer criança, e sustentamos que o encorajamento de uma atividade espontânea, criativa e normal são pontos essenciais do desenvolvimento pleno e balanceado da sua personalidade (READ, 1986).

Um dos pontos fundamentais nas ideias de Herbert Read é a importância da espontaneidade nos processos educacionais. Para Read (2001, p. 122), a espontaneidade é “definida como fazer algo ou se expressar sem contenção”. Na sequência, ele afirma que a “expressão livre ou espontânea é a exteriorização incontida das atividades mentais do pensamento, sentimentos, sensação e intuição” (p. 123).

Na Educação Matemática, a exteriorização dos sentimentos, da intuição, permitida pela espontaneidade de fazer algo de forma livre e voluntária, pode

permitir o acesso ao conhecimento matemático por meio de raciocínios ligados à intuição matemática, em especial a intuição geométrico-visual.

Logo, podemos dizer que, a todas as formas de atividade espontânea, atreladas ao processo educativo, liga-se, de algum modo, a atividade artística.

Há um certo modo de vida que consideramos bom, e a atividade criativa a que chamamos arte é essencial nele. A educação nada mais é que uma iniciação a esse modo de vida, e acreditamos que essa educação [também a educação matemática] é mais bem-sucedida através da prática artística que de qualquer outra forma. A arte pode-se dizer, é um modo de educar – não tanto como matéria de ensino como método de aprendizado de todo e qualquer matéria (READ, 1986, p. 21).

Interpretando o que Herbert Read disse a respeito da educação pela via da espontaneidade, acreditamos também que a educação matemática levada pelo viés da arte, da espontaneidade, da liberdade, por processos criativos e lúdicos, pode promover uma educação matemática mais efetiva, de caráter profundamente estético.

O estético não é apenas um olhar sobre a matemática, de fato acreditamos, e essa é a nossa proposta, que existe um conteúdo estético na matemática, e esse conteúdo está ligado ao que pode ser “apercebido” pelo intelecto. Incluímos como parte do conteúdo matemático também os métodos matemáticos. São valores estéticos da matemática, por exemplo, a perfeição, a simetria, a forma, o contexto, o contraste, ordem, o equilíbrio, a simplicidade e a abstração, também a liberdade e a espontaneidade (CIFUENTES, 2005, p. 58).

A educação estética, defendida por Read (2001) pautava-se na educação dos sentidos, nos quais a consciência, o raciocínio e a inteligência do indivíduo estavam baseados. Para Read, só quando esses sentidos estivessem se relacionando de forma harmoniosa e habitual com o mundo exterior é que se constituiria uma personalidade integrada. Saliava ainda que a função mais importante da educação estética era o ajustamento dos sentidos ao seu ambiente objetivo.

Essa educação estética, defendida por Read (2001, p. 10) tinha como objetivos:

(I) a preservação da intensidade natural de todas as formas de percepção e sensação;

- (II) a coordenação das várias formas de percepção e sensação umas com as outras e em relação com o ambiente;
- (III) a expressão de sentimento de uma maneira comunicável;
- (IV) a expressão de uma maneira comunicável de formas de experiência mental que, de outro modo, ficariam parcial ou totalmente inconscientes;
- V) a expressão do pensamento de maneira correta.

Uma adaptação dessas ideias para o campo da Educação Matemática exige ampliar o significado de “formas de percepção e sensação” para incluir formas de percepção superiores ligadas à intuição, a imaginação e a sensibilidade matemática.

As ideias expressas por Platão, em favor de uma educação estética e reafirmadas em termos atuais por Read, estão formuladas com bastante simplicidade e abrangem várias formas de expressão. A educação estética, segundo Read (2001), apresenta os seguintes aspectos distintos: a educação visual e plástica, que são responsáveis, respectivamente, pela educação do olhar e do tato, sendo representadas pelo desenho; a educação musical, que desenvolve a audição, por intermédio da música; a educação cinética, que, pela dança, educa os músculos; a educação verbal, que por meio da poesia e do teatro educa a fala; e a educação construtiva, que educa o pensamento, por meio de atividade artesanal.

Assim, toda forma de educação, quando baseada nas práticas artísticas, poderá instilar no aluno uma graça, uma harmonia, um ritmo que lhe dará não apenas uma postura nobre, mas também caráter nobre, não apenas um corpo grácil, mas também espírito moderado, pois o ritmo e a harmonia quando mergulhados profundamente no recesso de nossa alma, e apoderam-se dela com todo vigor, traz graça e entusiasmo em seu caminho. Esses sentimentos são uma extensão da sensibilidade humana, indispensável para o processo pedagógico, para a compreensão da matemática e da própria realidade (READ, 1986).

No caso da matemática, em favor de um modo estético de compreendê-la, recorremos a Cifuentes (2005, 2010), que destaca o contexto, o contraste, a contextualização e a simplicidade, entre outros, como aspectos estéticos dessa ciência (ou talvez dessa arte) e que são ingredientes importantes para a sua compreensão. Na seção 4.3, esses aspectos serão mais amplamente discutidos.

Concluindo, a educação matemática pode sempre deixar aflorar espontaneamente nos alunos, os sentimentos; pode educar os sentimentos e estes podem provocar um certo prazer em: aprender, ouvir, falar, pensar, argumentar, imaginar, criar. Esses sentimentos lidam com o estético da matemática, na medida em que podem despertar e estimular nossas capacidades ligadas à sensibilidade.

2.5 O papel da arte na compreensão da natureza humana, na educação e na educação matemática

Nos últimos anos, devido à revolução na concepção da própria arte e da modernização da psicologia, pode-se afirmar, acerca de todas as artes, que o espírito de pesquisa e discernimento científico nos conduziu de volta aos princípios básicos do significado da arte na educação, já defendidos por Platão, assim como um maior entendimento da natureza da arte e da própria natureza humana.

A natureza é o crescimento da vida, e a natureza humana é calorosa e inconstante. Entre a forma natural do crescimento, que é uma realização criativa da força da vida ou de seja qual for o impulso que anima a matéria orgânica, e as formas abstraídas pelo intelecto humano, existe esta diferença: a primeira é um processo contínuo de liberdade ou espontaneidade, de crescimento e integração, ao passo que as segundas constituem um ato de objetificação, ou externalização e fixação de resfriamento e petrificação (READ, 1986, p. 25).

Quanto à natureza da arte, Read (2001, p. 2) coloca que “ela não implica nenhuma “visão”, nenhum elemento transcendental: traz a arte para o mundo dos fenômenos naturais e a torna, em alguns aspectos essenciais, sujeita às mensurações sobre as quais se baseiam as leis científicas”.

No entanto, a revolução na arte ainda não está de forma alguma completa, nem um novo padrão ou estilo definidos ainda se estabeleceram, pois “a arte é um dos conceitos mais indefiníveis da história do pensamento humano. Essa indefinibilidade é explicada pelo fato de que ela sempre foi tratada como um conceito metafísico, embora seja fundamentalmente um fenômeno orgânico e mensurável. A arte, seja lá como a definimos, está presente em tudo que fazemos

para satisfazer nossos sentidos” (READ, 2001, p. 15-16). Porém, nesse processo evolutivo, mantém-se, ainda, a forma reducionista de atuação da razão, segundo os preceitos do conhecimento moderno, em detrimento da emoção, do método estético.

A razão e emoção vieram, pois, sendo progressivamente apartados entre si e mesmo considerados setores incomunicáveis da vida, com toda ênfase recaindo sobre os modos lógicos conceituais, propiciados pelo método científico de se conceber as significações. No entanto, em larga medida, a nossa atuação cotidiana se dá com base nos saberes sensíveis, por meio de percepções e intuições de que dispomos e, na maioria das vezes, não nos damos conta de sua importância e utilidade para a compreensão da vida.

A nossa civilização precisa, hoje, recuperar uma determinada forma de aproximação às coisas do mundo. Para tal, é necessário atribuir uma certa atenção para com a dimensão sensível, fundamento de nossa relação primeira com os fatos da vida. Mas como recuperar essa aproximação às coisas do mundo de Read, de forma compatível com a crítica de Bachelard (2005), no livro a “Formação do Espírito Científico: contribuições para uma psicanálise do conhecimento”, quando trata da experiência primeira? Esclarecemos: não é o nosso propósito, neste trabalho, estabelecer tal aproximação. No entanto, julgamos necessário trazer algumas ideias de Bachelard sobre o tema.

Bachelard (2005) coloca que os conhecimentos primeiros apresentam muitas fragilidades e, portanto, eles se opõem de forma nítida a essa filosofia, que se apoia no sensualismo mais ou menos declarado, mais ou menos romanceado. “O espírito científico deve formar-se *contra* a Natureza, contra o que é, em nós e fora de nós, o impulso e a informação da Natureza, contra o arrebatamento natural, contra o fato colorido e corriqueiro” (p. 29) e ainda afirma:

Na formação do espírito científico, o primeiro obstáculo é a experiência primeira, a experiência colocada antes e acima da crítica — crítica esta que é, necessariamente, elemento integrante do espírito científico. Já que a crítica não pôde intervir de modo explícito, a experiência primeira não constitui, de forma alguma, uma base segura (BACHELARD, 2005, p. 29).

Para Bachelard (2005), só a razão, a ordem dinamiza a pesquisa, porque é a única que sugere, para além da experiência comum (imediate e sedutora), a experiência científica (indireta e fecunda). Sem o equacionamento racional da experiência determinado pela formulação de um problema, sem o constante recurso a uma construção racional bem explícita, pode acabar surgindo uma espécie de inconsciente do espírito científico. As tendências normais do conhecimento sensível, cheias como estão de pragmatismo e de realismo imediatos, só determinam um falso ponto de partida, uma direção errônea, um compromisso falho.

Esse excesso de valor atribuído à razão para se chegar à verdade é considerado por Read uma insensibilidade. Sem dúvida, essa insensibilidade presente nos dias que correm, deve-se muito à mitificação da ciência moderna, que com sua atitude epistemológica de distanciamento e neutralidade, veio a se tornar a construtora das verdades de que dispomos (DUARTE JR, 2010). Essa atenção também precisa ser atribuída a todo o processo pedagógico, particularmente, ao ensino de matemática.

Resgatar o papel da arte na educação pressupõe recuperar a percepção e a sensibilidade estética na educação, valorizado a espontaneidade. Para a personalidade humana, essa valorização da espontaneidade constitui-se em integridade e a qualidade da liberdade espiritual.

Read (1986, p. 26-30), apoiado na moderna psicologia, destaca três fatos pelos quais foi possível uma maior compreensão da natureza da arte e da natureza humana: 1) significado da imaginação no pensamento, 2) teoria da *Gestalt*, 3) teoria do inconsciente.

Sobre o “significado da imaginação no pensamento” e sua importância, deve-se levar em consideração a imaginação de todos os tipos, embora seja mais simples focar o assunto em termos de imaginação visual. Com base em diversas experiências recentes, apontadas pela psicologia moderna, em que se destacam Piaget (1975)⁵, Wallon (2008)⁶, entre outros, é sabido que uma criança

⁵ PIAGET, J. **A formação do símbolo na criança**: imitação, jogo, sonho, imagem e representação. Rio de Janeiro: Zahar, 1975.

⁶ WALLON, Henri. **Do ato ao pensamento**: ensaio de psicologia comparada. Trad. Gentil Avelino Titton. Petrópolis: Vozes, 2008.

começa a vida com a mente repleta de imagens extremamente vividas, porém, sem saber ao certo, distinguir entre suas percepções do mundo externo e interno (imaginação). Seja qual for a verdade sobre essa teoria, o estágio seguinte no processo de desenvolvimento, o pensamento lógico-conceitual, é atingido apenas com a repressão gradual da imaginação. As imagens não são essenciais ao pensar eficiente. Os métodos lógicos de proceder para se chegar a uma verdade eram os únicos eficientes. Nesse processo, as imagens não desempenhavam qualquer função útil no pensamento abstrato, e quanto mais abstrato o pensamento, mais inteligente este deveria ser.

No entanto, um dos objetivos do processo de pensar é chegar à verdade, e esta não é prioridade exclusiva daqueles que têm um alto “quociente de inteligência”, ela também surge das ações dos bebês e das crianças pequenas, dos poetas e dos artistas, e até dos loucos e visionários. Esse fato foi confirmado quando se passou a investigar a natureza do pensamento científico, quanto a ser este uma atividade inventiva ou criativa, e não um mero arranjo lógico de fatos estabelecidos. Descobriu-se que ele se liga às imagens e está impregnado de intuição e imaginação.

Duarte Jr (2010) corrobora essa questão ao dizer que nem mesmo os próprios cientistas e filósofos vivem seus cotidianos munidos de uma atenção e de uma inteligência similar àquelas das quais se valem no desempenho de suas funções, dependendo, todos eles, e em boa medida, daquele saber sensível e intuitivo próprio de cada ser humano.

Na sequência, complementa: “até o mais renomado pesquisador científico também pode sentir como “romântico” um crepúsculo, ainda que em seus domínios profissionais tal palavra não faça o menor sentido e venha sendo, inclusive, anatematizada” (DUARTE JR, 2010, p. 165).

Na matemática, é comum que o aluno sinta dificuldades iniciais para compreender alguns conceitos, e para tal, precisa colocar em ação muito mais do seu raciocínio crítico e criativo. Exemplo disso é o estudo da geometria espacial, pois é exigido do aluno um esforço de visualização, de intuição e de imaginação muito maior, comparado ao estudo da geometria plana, principalmente devido às limitações causadas pela representação bi-dimensional das figuras. Embora

estejamos habituados a figuras geométricas tridimensionais, pois estamos em contato a todo o momento com planos, cubos, esferas, cones, cilindros etc., é na sala de aula, que o estudo desses conceitos de forma sistemática apresenta-se complexo e de difícil entendimento. A transição do plano para o espaço é um dos grandes desafios de ensinar geometria e exige do aluno, como foi dito, um grande esforço de visualização, intuição e imaginação. “O estudo de paralelismo, por exemplo, que na geometria plana se reduz a paralelismo entre retas, agora é complicado pelo fato de existirem, no espaço, retas que não são nem paralelas, nem concorrentes e pelas relações de paralelismo envolvendo planos” (LIMA et al., 2004, p. 161-162).

A “teoria da Gestalt”, segunda questão destacado por Read (1986), coloca que existem fatos além do ato ou processo de experimentá-lo, e que os fatos de um caso não são captados por enumeração, mas devem ser sentidos como um padrão coerente e específico. A palavra “sentido”, nesse processo, deve ser enfatizada, pois o fator do sentir, na percepção, é estético. Por sua vez, a palavra “padrão” refere-se ao processo de aprendizagem, no sentido de adquirir habilidade para fazer algo. Esse padrão coerente e específico, defendidos pelos psicólogos é essencial ao processo de aprendizagem.

As leis estéticas são inerentes aos processos biológicos da própria vida, e é nosso dever profissional, como educadores, descobrir essas leis na natureza ou na experiência e torná-los o princípio de nosso ensino. Equilíbrio e simetria, proporção e ritmo, são fatores básicos na experiência. São os elementos básicos por meio dos quais a experiência pode ser organizada em padrões que permaneçam, e é por sua própria natureza que implicam harmonia, economia e eficiência. O que é sentido pela consciência do indivíduo, é um senso elevado de prazer estético (READ, 1986, p. 29).

Quanto à palavra “sentido”, anteriormente mencionada, recorreremos a Duarte Jr (2010, p. 12):

em torno da palavra sentido constelar-se um bom número de referência à capacidade humana de apreender a realidade de modo consciente, sensível, organizado e direcionado. [...] Em que pese a duplicidade de termos, convém mesmo notar que em nossa vida existe primordialmente um sentido no sentido. Ou seja, tudo aquilo que é imediatamente acessível a nós através dos órgãos dos sentidos, tudo aquilo que é captado de maneira sensível pelo corpo, já carrega em si uma organização, um significado, um sentido.

O terceiro fato pelo qual se pode compreender arte e a natureza humana é por meio da “teoria do inconsciente”, uma das mais difíceis para sintetizar no campo educacional, segundo Read (1986). Deixamos nossas profundidades e viemos nos debater à superfície de um mar tempestuoso e, como educadores, precisamos tomar cuidado para não atribuímos valores terapêuticos às formas de expressão livre das crianças. A criança pequena – a que está na primeira infância - tem muitas repressões e complexos como seus pais e professores. A atividade espontânea da criança, o desenho por exemplo, é interpretada por especialista em seus aspectos fisiológicos e psicológicos, podendo fornecer dados clínicos evidenciados nos desenhos. Na nossa esfera leiga – no espaço escolar – sabemos que uma criança absorvida num desenho ou em outra atividade criativa qualquer é uma criança feliz, ainda porque a autoexpressão é autodesenvolvimento. Por esse motivo, é nosso dever reivindicar uma grande parcela do tempo da criança para as atividades artísticas, simplesmente com base em que essas atividades são uma válvula de escape, uma trilha de serenidade.

Assim, tendo uma maior compreensão da natureza da arte e da natureza humana, torna-se mais fácil propor um sistema de educação baseado na arte e propor uma educação matemática pela arte. A repressão da imaginação e do sentimento, com predominância de métodos lógicos e racionais de pensamento, agride os princípios de graça, espontaneidade, ritmo, harmonia e justa proporção, implícitos no ser humano e na ordem do universo.

A moderna psicologia também vem influenciando o ensino da matemática, que sempre foi complexo e problemático. A partir dos estudos dessa área de conhecimento, foi pensada uma forma diferente de ensinar os conceitos matemáticos, sendo incorporados, também, aspectos da história, da filosofia, da epistemologia, entre outros.

Antes de pensarmos em uma educação que envolva o coletivo, os chamados sistemas de ensino, temos que nos voltar à primeira etapa de educação, ainda no seio familiar, e levar em consideração, entre muitos aspectos, a singularidade da pessoa.

O processo de educação se dá em meio a conflitos de muitas vontades individuais. “Não é propósito da educação eliminar o conflito entre as vontades individuais – a tentativa estaria condenada ao fracasso porque o conflito é inerente à nossa natureza biológica” (READ, 1986, p. 31). Read salienta ainda que o “estágio primeiro e mais fundamental da educação ocorre no círculo familiar” (ibidem, p. 33).

Na sequência, ultrapassando a etapa primeira da educação, aquela que acontece no círculo familiar, chegamos ao coletivo, ou seja, nos ambientes escolares, onde entra em cena o papel do professor. Não importa o quanto uma criança seja influenciada por uma escola em particular ou pelos aspectos gerais de uma disciplina específica, o professor acaba sendo o funil através do qual essa experiência é despejada em sua mente. Isso se deve não apenas ao fato de que é função óbvia do professor fazer a mediação entre o aluno e o mundo exterior, mas, em maior medida, ao processo de identificação.

O bom professor é aquele capaz de estabelecer um relacionamento completamente pessoal com o aluno, baseado no amor e na compreensão pela personalidade singular que foi confiada aos seus cuidados. [...] Deverá estabelecer um relacionamento de reciprocidade e confiança entre ele e o aluno, e de cooperação e ajuda mútua entre todos os envolvidos aos seus cuidados. O professor deveria se identificar com o aluno na mesma medida em que o aluno se identifica com ele. [...] O professor vê a situação dos dois lados, o aluno apenas de um. Como professores, estimularão as crianças a desenvolver suas próprias atividades cooperativas, e assim, espontaneamente, desenvolver suas próprias regras. A disciplina não será imposta, mas descoberta – descoberta como a forma de ação correta, moderada e harmoniosa (READ, 1986, 37-39).

Neste contexto, Platão, citado por Read (1986, p. 30), pontua que a função do professor é semelhante ao de um artista e, em geral, os alunos devem ser

conduzidos por nosso instinto para o que quer que seja belo e benigno, de forma que nossos jovens, vivendo num ambiente integral, possam deleitar-se com o bom de qualquer paragem, do que decorrerá que, como uma brisa que traz saúde de regiões felizes, alguma influência das realizações nobres constantemente se fará sentir sobre a vista e o ouvido desde a infância, e imperceptivelmente os conduzirá à afinidade e à harmonia com a beleza da razão, cuja impressão recebem.

Uma sociedade só pode funcionar harmoniosamente se os indivíduos que a compõem são pessoas integradas e capazes de oferecer ajuda mútua. E, é nas

pequenas unidades como no círculo familiar, na sala de aula, na escola, por exemplo, que essa harmonia precisa ser alcançada primeiro. Assim, equilíbrio, ritmo, vigor, são fatores básicos para atingir a harmonia e viver colaborativamente em sociedade. Para tal, os aspectos ligados à sensibilidade dos indivíduos devem ser recuperados. Os processos educacionais e, sem dúvida, a educação matemática por meio do método estético, devem desempenhar essa função.

Os três fatores apontados anteriormente por Read (1986) para a compreensão da natureza da arte e da natureza humana são primordiais para a compreensão, também, dos conceitos matemáticos. Desenvolver o ensino matemático, segundo as capacidades envolvidas nesses fatores, tais como: imaginação, visualização, espontaneidade, sensibilidade, entre outras, torna esse ensino uma atividade fundamental para a compreensão da realidade e para a construção de conhecimentos matemáticos.

A compreensão da realidade na sua unidade exige, então, a movimentação das duas capacidades essenciais do ser humano, ambas necessárias, como veremos, para constituição do conhecimento e até da própria realidade, considerando esta em seus aspectos tanto materiais quanto espirituais: a razão e a emoção, traduzidas no pensamento e a racionalidade a primeira, e na intuição e a sensibilidade a segunda. Ambas têm seu ápice na matemática e na arte respectivamente (CIFUENTES, 2010, p. 14).

Creemos que o dom que podemos instilar por meio das diferentes manifestações artísticas não é uma aquisição superficial, mas a chave para todo saber. Ao superarmos os métodos de ensino baseados somente nos padrões racionais, teremos, enfim, alcançado a liberdade na educação.

A atividade do homem, quer considerada do ponto de vista individual, quer do ponto de vista social, exige um conhecimento, tão completo quanto possível, do mundo que o rodeia. Não basta conhecer os fenômenos; importa compreender os fenômenos, determinar as razões de sua produção, descortinar as ligações de uns com outros. [...] Quanto mais alto for o grau de compreensão dos fenômenos naturais e sociais, tanto melhor o homem se poderá defender dos perigos que o rodeiam, tanto será o seu domínio sobre a natureza e as suas forças hostis, tanto mais facilmente ele poderá realizar aquele conjunto de atos que concernem para a sua segurança e para o desenvolvimento da sua personalidade, tanto maior será, enfim, a sua liberdade (CARAÇA, 2005, p. 62).

Educação para a liberdade ou para a paz poderá ser conseguida também pela arte, juntamente com os processos que envolvem a colaboração e a interação. A sensibilidade traduzida em arte é uma das capacidades a que os sentidos se submetem naturalmente. A arte coloca em evidência o que os sentidos buscam em sua percepção intuitiva da forma, da harmonia, da proporção e da integridade ou totalidade de qualquer experiência. A sensibilidade é inata, é parte de nossa constituição fisiológica, e está aí para ser incentivada e amadurecida, sem que precise ser imposta (READ, 1986).

Métodos de ensino baseados nas capacidades da arte, como a criatividade, a imaginação, o ritmo, a proporção, aplicados na educação matemática podem ser a chave para a compressão da realidade.

Interpretando no campo da educação matemática o que Read disse a respeito do papel da arte, podemos dizer que uma educação matemática que promove a liberdade, a emancipação ou a paz poderá ser potencializada pela arte. A arte, como a matemática, busca, em sua percepção intuitiva da forma, a harmonia, a proporção e a integridade ou totalidade de qualquer experiência. A intuição é uma capacidade humana que se aprende e se aprimora ao longo da vida. Cifuentes (2005, p. 58), citando Georg Cantor, coloca que a “essência da matemática reside na sua liberdade”.

2.6 A educação (matemática) está em todo lugar, está nas coisas

A arte de uma criança, conforme já destacado, é seu passaporte para a liberdade, para a fruição plena de todos os seus dotes e talentos, para a sua felicidade verdadeira e estável na vida adulta (READ, 1986). E ela está em todo lugar, assim como a educação e a educação matemática estão em todos os lugares e em todas as ações da pessoa humana, estão nas coisas e nas coisas que fazemos diariamente, pois vivemos num mundo de coisas.

Para ampliar essa discussão, iniciada na seção 2.3, a respeito de a educação estar nas coisas, recorreremos a Read (1986, p. 48-49), que, citando as Cartas de Eric Gill, coloca

Existe por um lado: educação pelos livros – portanto: pensamentos, palavras, conceitos, leituras sobre eles, escrever sobre eles, aprender sobre eles, e exames sobre eles (disciplina mental, disciplina intelectual); e por outro existe educação por jogos – portanto: movimentos, desenvolvimento físico, entusiasmo combativo, desenvolvimento da lealdade – “o espírito e equipe”. Coragem pessoal, orgulho de si mesmo – respeito por si mesmo.

Vivemos num mundo de coisas, fazer coisas ocupa grande parcela das nossas ações diárias desde trabalho, lazer e entretenimento. Mas de forma alguma existe educação nas coisas. Não há educação na experiência poética. O intelecto é exercitado quase inteiramente por livros e a vontade é exercitada quase inteiramente por jogos.

Pegamos uma idéia, um conceito, uma abstração, uma representação, exercitamos nossos *intelectos*. Pegamos bolas, bastões e os tornozelos uns dos outros no beisebol, ou seja, exercitamos nossas vontades. No entanto não pegamos uma *coisa*. Nenhuma coisa *enquanto tal* e por si mesma, nenhum *ser* – só pensamento *sobre* coisas, apenas ações em *relação* a coisas. Poeta, *poiesis*, *fazedor* – captador de *coisas*, realidade enquanto reconhecível pela *experiência*. Arte, talento artístico (de cultivar flores a construir catedrais), é tudo uma questão de poesia, de captar a realidade, de captar as coisas (READ, 1986, p. 49)

Na educação matemática, podemos dizer que a matemática está nos livros, em forma de pensamentos, palavras, conceitos e, ao mesmo tempo, está nos jogos, ou seja, nos movimentos, no desenvolvimento físico, no entusiasmo combativo, no desenvolvimento de lealdade, no espírito de equipe, no sentimento de conquista. Coragem pessoal, no orgulho e respeito de e por si mesmo. Mas de alguma forma a educação matemática estará nas coisas, estimulando, além do intelecto e o raciocínio lógico, a vontade, a sensibilidade, a imaginação, a intuição, a descoberta.

Quando falamos que a educação matemática também está nas coisas, devemos interpretar do ponto de vista epistemológico, ou seja, significa não só estar nos objetos, no mundo físico, na prática, na dimensão social e econômica, mas, fundamentalmente, deve ser extraída das coisas do mundo sensível e imaginável. A educação matemática nas coisas precisa ser rítmica, ritualística e interpretativa. Ela deve ser construída também sob a égide de Dionísio (que põe em evidência a desordem, a imprecisão, o absurdo, o irracional, o sentimental, a

agitação, a tensão, a assimetria), além da égide de Apolo (que se pauta na ordem, na clareza, na certeza, na perfeição, no equilíbrio, na calma, na simetria) e, também, precisa ser um processo contínuo de liberdade e de espontaneidade.

Nesse contexto, a arte pode intervir, pois temos que viver a arte, se quisermos ser permeados por ela. No âmbito da educação matemática, temos que fazer matemática ao invés de repetir modelos já pré-estabelecidos. A matemática deve ser vista como construção humana, aprende-se matemática praticando-a, matematizando-a.

A educação matemática pode ser provedora de uma competência básica para qualquer cidadão. Pode permitir a entrada para um mundo magnífico de ideias e teorias, com valores de relevância estética e tecnológica, como recursos para a imaginação. Pode ser que tal imaginação seja um pré-requisito para identificação de novas técnicas e para construção do conhecimento. No entanto, pode, também, significar que a educação matemática participa de processos de exclusão. Assim, a educação matemática deve estar preocupada com o que está acontecendo nas escolas e que tipo de oportunidades elas estão oferecendo aos alunos. Deve estar preocupada, ainda, com o desenvolvimento de competências matemáticas, bem como, com o seu ensino. Deve, também, estar consciente da situação dos alunos e considerar seus solos pretéritos de experiências, mas também seus horizontes futuros (SKOVSMOSE, 2007).

Muitos são os experimentos e pesquisas que indicam caminhos para o processo pedagógico, Herbert Read (1986, 2001) defende que um desses caminhos é a educação pela arte, educação da sensibilidade. Porém, contra esse movimento, se coloca não só o sistema educacional vigente, com todas as suas ramificações, todas as suas vantagens adquiridas e práticas tradicionais, mas também o próprio sistema social, econômico, político, com seus códigos profissionais, seus padrões de retidão e saber.

Decorrentes de nossa sociedade industrial, as condições de mercado influenciam o tipo de educação a que estamos submetidos, a qual contribui, sem contestação, para a formação desse tipo de pessoa que, compartimentada, movimenta-se entre sua vida profissional e um cotidiano sensível, cotidiano para o qual parece não possuir o menor treinamento com base no desenvolvimento e refinamento da sensibilidade (DUARTE JR, 2010, p. 166).

Um ensino baseado em princípios conformistas e em práticas docentes já estabelecidas – que temos hoje, na maioria dos sistemas educacionais – envolve, em alguma medida, o emurhecimento da inspiração, da imaginação e da criação, ingredientes fundamentais para o desenvolvimento da educação pela arte e para o desenvolvimento do próprio ser humano integral (READ, 1986). Tais ingredientes são fundamentais, também, à educação matemática pela arte. O ser humano precisa ser visto como um ser humano total e seu modo de vida uma contínua celebração de sua força e imaginação.

Num processo pedagógico que se baseia nesses princípios conformistas, dá-se maior importância ao fim do que aos meios. Por outro lado, quando se dá maior importância aos meios, podemos dizer que a educação está nas coisas, na experiência poética, e que, portanto, a educação é estética.

2.7 A arte como aspecto significante na educação

Para o desenvolvimento integral do ser humano, bem como para uma educação matemática mais significativa para o estudante, alguns métodos de ensino precisam ser implementados nos ambientes escolares e eles estão centrados em algumas palavras-chave, a saber: interesse, concentração e imaginação. Se nos detivermos um pouco sobre essas palavras,

começaremos a perceber que são elas as palavras-chave em todo processo da educação, da infância à maturidade. Sem interesse, a criança não começa a aprender; sem concentração, não é capaz de aprender; e sem imaginação, é incapaz de utilizar criativamente o que aprendeu (READ, 1986, p. 62).

Essas palavras-chave são capacidades que podem ser observadas no desenvolvimento do método de ensino, defendido por Herbert Read, chamado “Educação pela Arte”. Para Read, a Educação pela Arte, não significa apenas fazer uma abertura de um espaço qualquer para a arte ou para o ensino dela na educação, mas o fazer da arte a base para qualquer tipo de ensino e para qualquer disciplina do currículo escolar. Esse método se baseia no desenvolvimento de muitas atividades lúdicas, em jogos, em dramatizações, na livre expressão, na espontaneidade.

A educação matemática pela arte, vista sob essa ótica, aponta para os sentimentos que estão por traz da palavra 'arte'. Arte, entendida aqui, não como um fazer, como uma habilidade técnica, como uma forma de pensar, que busca a experiência da sensibilidade e, que tem por finalidade, despertar o sentimento do prazer no campo da matemática e que pode ser alcançado por meio, dentre outros, dos jogos. O jogo tem a capacidade de envolver o estudante na sua própria experiência. Essa absorção nas experiências matemáticas pode ser um facilitador no ensino e na aprendizagem da matemática. Se bem planejado pode contribuir para uma reforma na educação matemática, bem como transformar o modo dos estudantes verem a essência da matemática em toda sua plenitude e beleza.

Nessa perspectiva, os estudantes se tornam partícipes de um mistério e protagonistas em um processo de investigação e descoberta. Isso implica em aventurar-se pelo fazer matemática, pela atividade matemática, pelo prazer de descortinar seus cenários, ou seja, os conceitos da matemática.

Algumas das ideias contidas no programa de ação "educação pela arte", das quais nos apropriamos, interpretamos e ampliamos para o campo da educação matemática, se pautam no desenvolvimento, nos espaços escolares, de muitas atividades e experiências por meio de jogos, de todos os tipos de artes, da utilização de recursos tecnológicos, salientando a espontaneidade, a liberdade de expressão, a intuição, a imaginação, a criação, entre outras capacidades. Essas ideias podem levar o estudante a um mundo de descobertas e transformações, tanto dentro como fora do espaço escolar. Além disso, podem permitir um ambiente mais harmônico para o processo de ensino e de aprendizagem, eliminando, pelo menos em grande parte, a indisciplina, um dos grandes problemas enfrentados atualmente em sala de aula pelos professores.

Um dos grandes lemas do método de ensino "Educação pela Arte", defendido por Read, é a liberdade na educação.

Liberdade, como palavra, é usada para designar uma coisa muito importante, no entanto, ela é o fim, e não o meio em educação. É uma condição espiritual ou um estado mental que atingimos apenas depois de longos períodos de treinamento. Nada tem a ver com a atitude de *laissez-faire* em educação que com tanta freqüência é chamada de "liberdade". "Viva e deixe viver" é uma boa divisa para adultos

responsáveis, mas não tem função na escola, onde a vida é um broto tenro, a ser protegido, resguardado, orientado e trazido para a luz (READ, 1986, p. 63).

Transpondo essa ideia para o campo da educação matemática, podemos dizer que a essência da matemática reside na sua liberdade.

Outro lema importante no método defendido por Read reside na espontaneidade. Esse é um conceito muito difícil de conciliar com a lógica formal, com o método científico em relação à ordem e o sistema. Quanto a isso, Read (1986, p. 74) coloca:

Mas o que se pode estabelecer biologicamente, e a partir daí filosoficamente, ainda tem de ser transposto para a prática, e é esse precisamente nosso próprio problema – descrever e iniciar um método de desenvolvimento espontâneo, de educação criativa. [...] A mobilidade ou mudança faz parte da essência da realidade: não somos parte de um mundo de definições fixas, destinados a moldar-se por um padrão.

Na educação pela arte, assim como na educação matemática pela arte, é necessário substituir o contínuo pelo descontínuo, o estático pelo movimento. Estimular a vontade, pois ela é espontaneidade; romper o silêncio, a monotonia; aventurar-se, pois a aventura é essencial na busca de perfeições. A espontaneidade, a originalidade de decisão, pertence à essência do processo da vida. No entanto, os sistemas educacionais têm, em grande medida, suprimido a liberdade e a espontaneidade nas crianças, elas são condicionadas a regularizar seus hábitos e suas vontades, a convencionalizar seu comportamento de diversas formas. Em busca de perfeições, os sistemas educacionais promovem o já mencionado emurchecimento da inspiração. Em momentos de inspiração, é possível fazer maravilhas, organizar, localizar, dispor, construir, ousar, agir com presteza, moderadamente e com precisão.

Trazendo essa concepção para o campo da educação matemática, fica claro que a convenção e o condicionamento de ideias estão presentes no ato de aprender matemática. Definições e regras são, em geral, apresentadas para os estudantes sem um “como” e um “porquê” aprender determinados conceitos. Não queremos, com isso, dizer que as definições e regras não sejam importantes nesse processo, pois elas são inerentes ao processo de aprendizagem da

matemática, mas apreender e compreender seus significados e seus sentidos permite adquirir um senso estético diante da própria matemática.

Somos vítimas de uma perfeição passada, de uma civilização que foi incapaz de se renovar e que pereceu pela falta de inspiração, já que o entusiasmo e a vitalidade dependem de uma renovação contínua da inspiração. Partindo dessa premissa, vale destacar que o processo de desintegração não foi uniforme – ocorreu a aventura científica sem a correspondente aventura moral; aventura prática sem a aventura estética; ou aventura estética meramente destinada a aliviar um estado de tédio. “Tudo o que é essencial e intenso foi sacrificado aos cultos intelectuais. Esses foram sintomas de uma inspiração debilitada, de uma ausência de espontaneidade, liberdade criativa e imaginação (READ, 1986).

Nessa perspectiva, a arte, entendida aqui num sentido mais amplo, como forma de pensar, como toda atividade construtiva, toda técnica ou habilidade, munida de sentimentos, pode ser o aspecto significante, o aspecto disciplinado de toda a atividade, especialmente da atividade matemática. Qualquer matéria escolar deveria ser uma das artes, e o objetivo da educação (e também da educação matemática) deveria ser: fazer de todos nós mestres em arte, isso inclui ser mestre em fazer matemática, e ser mestre em uma arte, por exemplo a arte de fazer matemática, é ser também partícipe de um mistério. Mas a realização de tal objetivo exige investigação, intuição, imaginação, liberdade, raciocínios lógicos formais, baseados na razão, e uma apurada sensibilidade.

2.8 O significado moral da educação estética

Ampliando um pouco mais o termo ‘moral’, Herbert Read (1986), citando a frase inicial do ensaio de Johann Friedrich Herbart *Sobre a revelação estética do mundo como tarefa primordial da educação* (1804), coloca que toda a tarefa da educação, e sua única tarefa, pode se resumir num conceito: moralidade.

São muitos os significados que damos a palavra “moralidade”, por exemplo: a vontade de ser bom e de fazer o bem – essa é a filosofia mais simples do que o mundo sempre entendeu por moralidade.

Pendentes de um acordo quanto à definição, vamos supor que podemos aceitar o ponto de vista de que a moralidade é o primeiro e o único objetivo da educação. Sei que esse pressuposto, no mundo contemporâneo, não seria universalmente aceito. Para Platão, Kant, Rousseau e Ruskin, a educação moral do cidadão é a base dessa filosofia social; no entanto, há poucos vestígios dessa filosofia nos programas políticos modernos (READ, 1986, p. 81).

A moralidade é, hoje em dia, um conceito incômodo, e não constitui o objetivo deliberado de qualquer um dos sistemas educacionais vigentes em todo mundo moderno. “Esses sistemas estão mais preocupados com o que é conhecido como treinamento vocacional ou mesmo com o desenvolvimento da cidadania. Isso é ensinado mais como uma obediência cega à autoridade estabelecida que como uma prática envolvendo o livre arbítrio” (READ, 1986, p. 81).

Bergson (1932, *apud* Read, 1986) afirma que existe uma distinção entre moralidade social e humana:

Moralidade social é um conjunto de hábitos, um padrão de comportamento, que é instilado por um processo de treinamento para o proveito geral da estrutura existente de sociedade; mas a moralidade humana é um senso místico de obrigação produzido por um *élan d'amour*, um rasgo emocional, englobando toda a humanidade, e é ela própria uma das mais elevadas manifestações da força criativa da evolução individual (p. 82).

A essência da moralidade é a obediência, a disciplina. O homem moral, em seus atos de obediência, não está consciente de ser o dono de uma provisão interior de sentimento e de vida. Ele não ousa parecer diante de si próprio como quem dá a sentença decisiva. A primeira característica essencial da moralidade é destruída se, de alguma forma, a vontade torna-se a base para o comando. O homem moral é humilde, age a partir da necessidade, mas não é uma necessidade que possa submeter-se a uma razão. A moralidade é essencialmente mutualidade, o compartilhar de um ideal comum (READ, 1986).

No entanto, a moralidade, não pode escravizar o ser humano em qualquer instância. Tudo depende daquilo a que se obedece e como é obedecido. O homem moral deve comandar a si mesmo. Numa situação genuinamente moral a pessoa age espontaneamente.

Embora não haja a partir da necessidade racional, legal ou social, o “homem moral age, contudo, a partir de uma necessidade de algum tipo. Entre todas as necessidades conhecidas, a única que sobra para consideração é a necessidade estética” (READ, 1986, p. 84).

Ao agir de forma espontânea, a partir de uma necessidade de algum tipo, o homem moral toma posse do seu juízo estético. A natureza do juízo estético é absoluta e irracional. Em um sistema de educação moral, na concepção de Herbart, citado por Read (1986), pede-se alguma forma de exercício mental, alguma prática do arbítrio, que daria a este uma habilidade aperfeiçoada de fazer escolhas, de exercitar o julgamento, de agir. Essa escolha deve ser livre, espontânea.

Ainda na concepção de Herbart, “esse treinamento ele chamou de “revelação estética do mundo”, e com essa expressão quis representar um exercício sempre em expansão, na criança, da escolha estética, da apreciação estética e, talvez, da criação estética” (READ, 1986, p. 85).

Com essa afirmação Herbart, na verdade, quis dizer:

deixem aberto para as crianças todo o mundo visível, despertem nela quantos desejos quiserem, mas não a deixem ser dominadas por estes. Ensinem as crianças a discriminar entre as multidões de sensações que surgir dentro dela. Façam-na perceber que têm dentro de si uma porção incomensurável de força de vontade, que pode liberar onde, quando e como a necessidade ordena. A necessidade que ordena será impessoal, uma disciplina determinada por seu juízo estético, seu gosto inato (READ, 1986, p. 85).

Read fala de moralidade na educação, no sentido do bem e o do mal. “O bem pode ser identificado, se quisermos, com as tendências que respondem pela unidade das associações humanas, e o mal, com as tendências que destroem essa unidade” (READ, 2001, p. 4).

No campo da educação matemática, nós interpretamos essa ideia da seguinte forma: a matemática pode nos transmitir o espírito da “moralidade”, não no sentido defendido por Read, mas porque nas suas leis e regras, que são de caráter necessário, há uma “obrigação” a cumprir no âmbito do racional. A parte racional da matemática nos impele a perceber que há uma necessidade de cumprir certas regras para se estudar e deleitar-se diante dos objetos

matemáticos, e estes podem estar ligados aos seus aspectos lógicos, intelectivos. Essa é uma forma de compreender o espírito de moralidade dentro do campo da educação matemática.

2.9 A redenção do “Robô” pela arte

O termo “robô” surgiu, pela primeira vez, na peça de teatro *Rossum’s Universal Robot*, criada pelo dramaturgo tcheco Karel Capek, em 1920. Para mostrar sua visão do processo de desumanização do homem moderno diante de uma sociedade controlada pelo método científico, Capek cria a peça em que as personagens são criaturas autônomas artificiais. Para Read (1986), Capek viu o homem transformado em máquina; nós vemos máquinas transformadas em homens, automatizados, tomando o espaço destinado aos homens livres.

O homem foi, ou será eliminado de todos os processos produtivos. A máquina não produz apenas, mas também computa, dirige ou determina qualidades e quantidades; como inteligência controladora, é mais rápida e precisa que o cérebro humano. [...] O homem existirá num vácuo sem tempo e movimento. Nesse vácuo, os sentidos se atrofiarão e o que deverá emergir é alguma coisa menos ou mais que humana (p. 95).

É importante lembrar que desde a criação da personagem “O Robô”, por Capek, passaram-se quase cem anos e o homem não foi eliminado dos processos produtivos, no entanto, teve que se adaptar ao mundo tecnológico e para não ser tomado pela panacéia de máquinas ele, atualmente, precisa exercitar seu lado mais humano para sua sobrevivência, precisa se tornar um artista, um pensador, um fazedor, um criador para não ser substituído completamente pela máquina.

Se na sociedade capitalista vemos a tecnologia convivendo com o homem, e este tentando se desrobotizar, tentando dominar as máquinas, no contexto escolar, essa realidade é bem diferente, é possível ainda ver, na maioria dos estabelecimentos de ensino, seja no nível básico ou no superior, um ensino livresco, baseado na transmissão de conteúdos, um ensino engessado, robotizado, no qual, ainda, o professor detém o conhecimento e, ao aluno, cabe a tarefa de ouvir e executar os comandos ditados pelo professor. Em um ensino de

matemática baseado apenas na sua racionalidade, nos seus encadeamentos algorítmicos e lógicos, a matemática pensada assim, classicamente, contribui para a mecanização do ensino e para a automatização do ser humano. Os sentidos, por esse viés, se atrofiam, prevalecendo a razão como fonte primeira e única de conhecimento.

Assim, a própria matemática precisa se tornar mais humana, ou seja, precisa compreender a sensibilidade que está por traz dos conceitos matemáticos em estudo, diríamos melhor, ter a “experiência estética” desses conceitos. Não é somente a sociedade robotizada, como explicitado por Read, que precisa ser redimida, humanizada, é a própria matemática, pensada como um robô mecânico, que precisa ser redimida pela explicitação de suas qualidades estéticas, por meio estética da matemática, e essa é a proposta da Educação Matemática pela Arte.

A constituição e evolução da matemática recebem influências do ambiente, da vida social e cultural das pessoas, ou seja, a “matemática é uma atividade humana”, conforme defende Freudenthal (1973) e não um corpo imutável de conhecimento.

Para Freudenthal (1973), a matemática é, em primeira instância, uma atividade e constitui um corpo organizado de conhecimentos. No entanto, a essência da matemática não está nas suas estruturas matemáticas, mas sim no processo do pensamento que se constrói para se chegar a essas estruturas. Ao defender que a matemática é uma atividade humana, esse autor enfatiza dois pontos: primeiro, que o essencial é atividade, o processo de pensamento que conduziu a conceitos matemáticos e segundo que essa atividade é uma atividade humana geral, para todos – não uma atividade exclusiva, apenas para pessoas com talento especial (SKOVSMOSE, 2001).

Cifuentes (2010, p. 20) reforça a afirmação de Freudenthal sobre a matemática ser uma atividade e acrescenta que ela “é um movimento, fazer matemática é como fazer filosofia, o filosofar, e por que não, no caso da matemática, o matematizar, tendo ambas as atividades uma raiz comum”.

Diante dessa tempestade de informação que nos chegam a todo instante, da mecanização da sociedade e da própria matemática, da generalização dos sistemas educacionais, recorreremos desesperadamente, ao campo da educação e

da educação matemática. Nesse cenário, a arte pode ser o “ator ideal para o papel do redentor, daquele que resgata” (READ, 1986, p. 95), daquele que liberta e une. Isso pressupõe uma educação do sensível, uma educação estética.

Na vida humana a função específica da arte é uma atividade primária que se ocupa de dar expressão aos nossos sentimento e intuições. Nessa proposição, entendemos por “expressão” uma forma física que podemos perceber e apreender. A arte é a linguagem elementar da comunicação, articulando o fluxo sem forma da experiência sensível. É produto do que Coleridge chamou “o espírito formador da imaginação” (READ, 1986, p. 100).

Quanto à matemática, do ponto de vista pedagógico, o primeiro desafio da estética da matemática é transformar habilidade em sensibilidade, para poder ascender ao conhecimento matemático através de sua apreciação estética (CIFUENTES, 2005). Aspectos das ciências humanas, bem como, dos estudos da área da psicologia, incorporadas à educação matemática podem contribuir para redimir a matemática, pensada como um robô, como já foi dito.

Assim sendo, é importante percebermos que todos os nossos esforços, em defesa de uma educação que vise a transformação da sociedade, serão em vão se não repensarmos os nossos métodos de ensino e, além disso, precisamos incorporar nesses métodos, a educação dos sentimentos, que estão relacionados diretamente com a intuição, a imaginação e a criatividade. O ato de ensinar, seja a matemática, a arte, a história, a filosofia, deve sempre partir de um foco central de interesse, sob a ótica e experiência dos estudantes. Além disso, a educação consiste em criar estímulos que servirão como incentivo necessário ao desenvolvimento das energias criativas para agir e transformar o modelo de sociedade robotizada dos dias atuais. E a arte, mais uma vez, se bem compreendida, pode contribuir nesse processo.

Nos últimos cem anos, vem ocorrendo uma evolução fundamental na concepção dos propósitos e objetivos das artes e da tecnologia. A concepção formalista de arte que é muito difundida na atualidade, como a tecnologia, veio para ficar. Trata-se de uma atitude filosófica que encontra expressão em todas as atividades artísticas e em ramos da tecnologia, existindo uma correspondência entre o espírito da arte moderna e as necessidades da tecnologia moderna.

Ambas alimentam-se da forma. Mas, uma forma ainda que abstrata ou absoluta, não pode ser considerada inumana.

Nesse sentido, Read (1986) coloca que a forma pode ser orgânica, e observamos que Cézanne buscou assiduamente a forma na natureza, e até na figura humana. Ruskin observou que todas as linhas belas são traçadas de acordo com leis matemáticas organicamente transgredidas. A forma não precisa ser necessariamente matemática no estrito sentido da palavra. O homem ao criar suas máquinas, na verdade, está à procura de estruturas análogas. A ênfase na percepção da forma, portanto, constitui as faculdades da experiência, da percepção ou da emoção humana, sendo considerada uma das funções mais elevadas da mente humana.

Read quando fala e escreve sobre seu programa de ação, “Educação pela Arte” e sobre o lugar das artes na educação, dedica maior espaço para a educação de crianças, consideradas brotos em germinação, sensíveis a influências durante seu crescimento. No entanto, não se exime de falar sobre o lugar das artes na educação de adultos em uma civilização tecnológica.

Toda tentativa de mudanças sociais efetivas por meio de métodos de ensino está sujeita a uma dificuldade quase insuperável: o fato de que nós, a maioria adulta da comunidade, já nos consideramos educados. Somente em casos raros temos disposição para nos submeter a um processo de reeducação (READ, 1986, p. 100). Novamente a arte aparece como redentora nesse processo, pois a arte é uma atividade primária que se ocupa de dar expressão a nossos sentimentos e intuições, é a linguagem elementar da comunicação, articulando o fluxo sem forma da experiência sensível, é o espírito formador da imaginação. É um princípio de crescimento vital, um desdobrar de aptidões interiores propiciando o desenvolvimento do pensamento visual, da experiência perceptiva, encarando essas experiências cognitivamente para dar unidade de forma (READ, 1986).

Quando fazemos menção às “experiências” dos estudantes em relação à matemática, entendemos que se deve considerar a palavra “experiência” no sentido de “experiência estética” da matemática. Quando nos referimos a essa palavra, reiteramos a necessidade de remetê-la ao campo do sensível, ou seja,

ter em mente as diferentes capacidades associadas com o ato de sentir, de sensibilizar, de imaginar, de intuir e de se emocionar. A experiência estética na matemática deve, também, mobilizar essas capacidades, seja quando lemos uma poesia, seja quando compreendemos o significado da própria matemática.

Outra expressão citada anteriormente que merece uma atenção no campo da Educação Matemática é a importância do desenvolvimento do pensamento visual nos alunos, pois a visualização é parte fundamental nos processos de aquisição do conhecimento matemático, principalmente, em geometria. Está ligada, especialmente à capacidade de intuir, organizar espacialmente e imaginar geometricamente. “A visualização é uma forma de experiência, sendo uma de suas funções a construção de significados e, principalmente, de sentidos, é um ato de interpretação” (CIFUENTES, 2010, p. 23).

Segundo Regal e Rick (2007), citados por Cifuentes (2010, p. 23), o desenho espontâneo e livre, ao que acrescentaríamos também o geométrico, é um ato de interpretação, é uma escolha no universo de possibilidades representativas e movimenta a criatividade.

Com relação à educação de adultos, Read (1986) defende que quando criança, a mente está aberta para formação do espírito formador da imaginação, porém no intervalo até a fase adulta, vai sendo gradualmente obstruída pela poeira de nossas atividades práticas, pelos fatores psicológicos, pelos modos arraigados, pelo muco verbal excretado pela mente racionalista, ficando o indivíduo surdo e cego a todas as experiências sensitivas, incapaz de formular novas paixões de forma expressiva, ponto em que sua faculdade estética já se encontra atrofiada. Logo, é necessário reanimar os nervos mortos, reabrir as portas da percepção, educar a intuição e permitir que a imaginação prolifere.

Nesse sentido, um ponto fundamental deve ser salientado: o estudo da forma e do conteúdo, cuja função principal é liberar o indivíduo, rompendo padrões convencionais de pensamento, de modo a abrir caminho para experiências e descobertas pessoais que o habilitarão a enxergar suas próprias potencialidades e limitações, adquirir sensibilidade para perceber o mundo ao seu redor mais integralmente e mais vivo e criar formas significantes no seu modo de vida.

O trabalho criativo pode suscitar poderes não previstos. A atividade cria o objetivo, enriquecendo de forma essencial aspectos da vida, contribuindo para a formação de uma personalidade mais harmônica e equilibrada. A educação seja ela para crianças ou para adultos, consiste em criar estímulos, principalmente, a partir de uma realidade externa, baseada na percepção, e de uma realidade interna, experimentada como sentimento. Ela deve estimular o pensamento visual, a percepção sensorial da forma em todas as suas manifestações cotidianas e educar a sensibilidade. Esses argumentos são essenciais, especialmente no campo da educação matemática.

Em matemática, o pensamento visual, citado anteriormente, é fundamental na aquisição de conhecimentos. As imagens que evocamos no decorrer de qualquer tipo de atividade cognitiva têm significado universal e correspondem a algo permanente e imutável na natureza humana. O pensamento visual é preliminar da própria apreensão racional. A capacidade de reter o pensamento visual na forma de imagens, comparar e combinar essas imagens em estruturas significativas segue uma certa ordem, ou seja, o refinamento dessa capacidade, especialmente em matemática, consiste, guardadas as proporções, em abrir campo para a educação da sensibilidade humana.

O fato mais negligenciado na educação [matemática] é a atividade mental autônoma, que funciona continuamente, transformando a multiplicidade de impressões visuais em unidades perceptivas, formas que refletem intuitivamente nossos sentimentos. Cada um desses atos de cognição visual é ele próprio uma forma artística elementar, e a educação deveria ser a depuração natural dessas formas elementares de cognição visual, sua realização em símbolos expressivos que comuniquem sentimento vital. A arte é um princípio de crescimento vital, um desdobrar de aptidões interiores propiciando a experiência perceptiva, encarando essa experiência cognitivamente para dar-lhe unidade de forma (READ, 1986, p. 109).

Se observarmos esses aspectos na educação matemática, poderemos alcançar uma educação matemática estética.

2.10 Arte – ingrediente essencial e princípio unificador nos processos educacionais

Repensar o ensino, especialmente o ensino da matemática, pela via da estética, não é uma tarefa fácil, principalmente em uma sociedade e uma cultura escolar já estabelecidas e formalizadas.

Se não refletirmos constantemente sobre as nossas ações em sala de aula e sobre as reais funções do ensino, o processo pedagógico vai gradualmente se tornando uma atividade mecânica, corriqueira e repetitiva do cotidiano escolar.

Reiteramos que a arte é um princípio de crescimento vital, é o sentir e pensar criativos, um pensar visual harmônico e equilibrado. Estimular o pensamento visual, na arte e na matemática, promover a criatividade, as descobertas, os processos investigativos são tarefas fundamentais da educação e na educação matemática. “Não há educação se não ocorrem a descoberta e o crescimento de faculdades que de outra forma permaneceriam indolentes (READ, 1986, p. 112).

A arte, permeando a educação matemática, pode estimular a imaginação, as emoções, as ideias, novos pensamentos e novas concepções. Ela é cognitiva, é um modo de aprender o desconhecido e torná-lo real. A educação matemática deve renovar as pessoas e começar por um processo de investigação das coisas, nas artes e nas ciências. Porém, é necessário que se tenha um equilíbrio saudável entre teoria e prática em todos os assuntos, em todas as coisas e entre as ciências humanas e as exatas como um todo. “Se a teoria deve ser unificada com a prática, torna-se essencial que a prática seja humana, isto é, livre de coerção física e moral” (READ, 1896, p. 124).

A educação matemática pela arte, ou a arte na educação matemática, pode desenvolver estas capacidades: pensamentos, ideias, imaginação, emoção, concepções, sensibilidade, e cooperar no trabalho para unir, de forma harmônica, agradável e saudável a teoria e a prática, tornando a matemática mais humanizada. A arte pode ser um modo de apreender e compreender o desconhecido, o mistério que envolve o conhecimento e torná-lo real. Ela pode contribuir para que se possa desvendar os mistérios da matemática e proporcionar uma educação matemática mais significativa que permita ao aluno ter uma visão de mundo.

A educação matemática pela arte, defendida neste texto, pretende humanizar a matemática através da experiência da sensibilidade, da experiência estética. As capacidades do ser humano para atingir o conhecimento vêm das capacidades do pensar e do sentir, ou seja: razão e sensibilidade, a primeira, diretamente ligada à matemática, a segunda, à arte.

Platão e Aristóteles sempre insistiram em que as mentes e as emoções das crianças deveriam ser instruídas *pari passu*, em igual medida, passo a passo; e se fosse o caso de estabelecer uma prioridade, então a educação das emoções deveria vir primeiro (READ, 1986). No entanto, entendemos que para atingir o conhecimento, especialmente em matemática, é necessária a intercessão destas duas capacidades: razão e emoção.

Read (1986, p. 146), ao defender a arte como princípio unificador em educação, traz para o debate o conceito de universalismo, um conceito filosófico, “um termo que compreende o mundo natural completo, com todas as noções ou conceitos particulares como as genéricas”. Fazendo uma analogia, ele coloca também que a arte é universal.

O que é universal também é natural, pois a natureza é observada no universo das coisas. Rousseau acreditava que nossas ideias têm validade universal na medida em que se baseiam em nossa percepção das coisas, e que uma educação natural é baseada nessas percepções. Uma educação natural é a assimilação e coordenação progressiva das impressões sensoriais da criança, quando começa a explorar o mundo de coisas à sua volta. A ordem que a criança introduz em suas percepções é estética em sua natureza. A capacidade de raciocinar e o desenvolvimento de uma sensibilidade apurada são dois pontos importantes observados na educação pela arte (READ, 1986). A partir do momento que tomamos consciência de que o conhecimento se adquire a partir de dois pontos centrais, razão e emoção, entramos em ordem com as leis naturais do universo.

Toda criança, em sua descoberta de um modo de simbolização, de uma linguagem de símbolos, segue a mesma evolução gráfica. A partir de certos rabiscos indefinidos, atinge, de forma gradual, a representação consciente de objetos apreendidos. Essa linguagem utilizada por ela, de certa forma, é

carregada de conceitos geométricos. Estruturas geométricas, que reificam proporções numéricas em todas as dimensões possíveis, podem ser consideradas, de forma simbólica, leis e formas universais que orientam a evolução da espécie humana.

Para tanto, torna-se necessário uma ordem visual. Esta é preliminar da própria apreensão racional. A nossa sensação visual e a nossa percepção precisam ser organizadas segundo um certo padrão, uma certa ordem. A ordem visual se desenvolve no indivíduo em decorrência de certas formas arquetípicas. Saindo do indivíduo, passamos a analisar as coisas do mundo, percebemos que a ordem visual se desenvolve da mesma forma, ou seja, a partir de combinações e do refinamento das mesmas formas visuais.

A história da arquitetura grega, por exemplo, pode ser interpretada como refinamento gradual das proporções de figuras geométricas elementares como o quadrado, o retângulo, o triângulo, o cone e o cilindro. [...] A única diferença fundamental entre a ordem clássica e a gótica é que existe entre a arquitrave e a abóbada, entre soluções retangulares e curvas do mesmo problema. Ou seja, o refinamento consiste, guardadas as proporções, num processo arbitrário e abre campo para o jogo da sensibilidade humana (READ, 1986, p. 153).

A ordem visual e o pensamento geométrico-visual, ligados às faculdades de intuição e imaginação, importantes na compressão e apreensão tanto da arte como da matemática, estabelecem correspondências na medida em que precisam ser organizadas segundo um padrão e em decorrência de certas formas e imagens. Nessas correspondências, é salientado um enfoque estético em matemática, e para tal recorre-se à visualização, considerada um mecanismo de expressão da linguagem visual e que está intimamente ligada às capacidades de intuição e imaginação do ser humano.

A arte e a matemática são consideradas linguagens universais e, portanto, promovem uma visão de mundo. Nesse sentido, a educação matemática pela arte precisa incorporar mecanismos para desrobotizar, libertar a matemática. E esses mecanismos, como salientados no texto, podem ser encontrados nas capacidades provenientes da arte.

A matemática como a arte é uma atividade primária da vida humana e está em todo lugar. A arte tem o papel de dar expressão a nossos sentimentos e

intuições, ela é a linguagem elementar da comunicação, articulando a experiência e a sensibilidade. Ela é o produto do espírito formador da imaginação. A “matemática representa uma linguagem universal” (SKOVSMOSE, 2007, p. 260), vem carregada de harmonia, ordem, regularidade, uniformidade, simplicidade e por isso abre grande espaço para a intuição, a fantasia, as emoções e a apreciação da beleza. Nesse tipo de compreensão está colocada a relação matemática e arte, ou melhor, matemática e estética.

CAPÍTULO 3

EDUCAÇÃO PELA ARTE E FUNDAMENTOS ESTÉTICOS DA EDUCAÇÃO

*Mas o prazer do sabor é, sobretudo,
o prazer de se saber, de se saber o mundo e a si mesmo.
Revela-se como o fruir das qualidades,
antes do pensar das quantidades.*

Duarte Jr

O processo do ser humano de conhecer o mundo situa-se nas premissas do sentir e do pensar. Neste sentido a arte aparece como um ingrediente fundamental para ampliar o campo do conhecimento do ser humano, que poderia ser inatingível somente pela linguagem lógica – a matemática, a filosófica ou a científica.

Esta seção será baseada nas obras de João Francisco Duarte Junior, especialmente “Fundamentos Estéticos da Educação”, na qual ele desenvolve o conceito da ‘estética da educação’, que adaptaremos aqui para o campo da educação matemática, acreditando que os elementos da antropologia, da psicologia, da filosofia e da estética, ressaltados no texto de Duarte Junior, possam contribuir para a obtenção de uma base teórica para a educação matemática e para a formação do próprio ser humano. Podem, também, fortalecer a relação interdisciplinar entre matemática e arte, ou melhor, matemática e estética.

O processo pedagógico na atualidade, diante de uma sociedade economicamente ativa, tecnológica, produtiva e em constante transformação precisa incorporar novas formas de ensinar e aprender. Dessa forma, pensar a educação sob a perspectiva da arte, como foi dito anteriormente, pode ser um caminho para todo tipo de educação, especialmente neste trabalho. Assim, também, pensar a educação matemática sob a perspectiva da arte pode ser um caminho para o aluno apreciar a beleza da matemática e suas qualidades estéticas. Arte essa, que busca, na experiência do sensível, despertar o sentimento do prazer na educação, no campo da matemática e no processo de conhecer o mundo.

Ao falar em educação está sempre implícita uma determinada teoria do conhecimento, isto é, uma teoria que fundamenta e explica a maneira e o processo pelos quais o homem vem a conhecer o mundo. O como o homem conhece, o como ele encontra um sentido para sua vida no mundo, passa a ser a pedra angular de qualquer processo educativo. Se educar é levar a conhecer, é necessário que se defina então como se dá o ato de conhecimento, para que a educação se fundamente nesse processo (DUARTE JR, 2005, p. 15).

3.1. Formas de linguagens no processo de compreensão e apreensão do mundo

O processo de conhecer o mundo ou de apreender as coisas do mundo está ligado à capacidade do homem em atribuir significados e isso decorre de sua dimensão simbólica. O mundo pode ser pensado como o mundo físico, o biológico, o psicológico, o econômico, o social etc., que exigem diferentes abordagens e linguagens para sua compreensão. Pela palavra, e tomando posse das diversas linguagens, o universo se transforma diante do homem, levando-o a conhecê-lo e a transformá-lo. E para tanto, para aventurar-se no caminho do conhecimento, a linguagem formal precisa caminhar junto e em perfeita harmonia com a linguagem matemática, representada pela razão e com a “linguagem da arte” representada pela emoção.

A consciência e a razão humanas nascem com as linguagens e só se dão através delas. Toda compreensão lógica e racional somente é possível através das linguagens e de seus derivativos (como a lógica formal e a linguagem matemática). Porém, antes que o pensamento possa tomar qualquer experiência como seu objeto, ocorre já um certo “colocar-se” em relação à situação, que envolve aspectos para além da consciência simbólica. Este experienciar compreende então um envolvimento mais abrangente do homem com o mundo, em que incluem percepções e estados afetivos, anteriores às simbolizações do pensamento. [...] O sentir é anterior ao pensar, e compreende aspectos perceptivos (internos e externos) e aspectos emocionais. Por isso pode-se afirmar que, antes de ser razão, o homem é emoção (DUARTE JR, 2005, p. 15-16).

A linguagem matemática pode ser caracterizada como um sistema simbólico, com símbolos próprios que se relacionam segundo determinadas regras, as quais devem ser compreendidas pela comunidade que as utiliza. A apropriação desse conhecimento é indissociável do processo de construção do conhecimento matemático. Está compreendido, na linguagem matemática, como

um processo de “tradução” da linguagem natural – no nosso caso, a Língua Portuguesa – para uma linguagem formalizada específica dessa disciplina (GRANELL, 2003 apud LORENSATTI, 2009).

Em matemática, e para a sua apreciação estética, necessitamos recorrer a uma linguagem visual, além da linguagem formal, pois a linguagem formal não pode apreender o conhecimento emotivo. O visual na matemática pode ser entendido não só em “relação à percepção física, senão também a um certo tipo de percepção intelectual, ligada fortemente à intuição matemática” (CIFUENTES, 2005, p. 58).

Nesse sentido, as ideias de Duarte Junior relacionam-se com as ideias de Herbert Read, quando este salienta a importância da sensibilidade, dos sentimentos, da intuição e da imaginação para a compreensão do mundo (READ, 1986). Um dos caminhos que nos leva a conhecer e a expressar os sentimentos consiste nas capacidades da arte, e a experiência estética é a forma pela qual nossa consciência apreende os sentimentos. A arte pode, ainda,

consistir num precioso instrumento para educação do sensível, levando-nos não apenas a descobrir formas até então inusitadas de sentir e perceber o mundo, como também desenvolvendo e acurando os nossos sentimentos e percepções acerca da realidade vivida (DUARTE JR, 2010, p. 23).

Na arte, busca-se concretizar os sentimentos numa forma que a consciência capta de maneira mais global e abrangente do que no pensamento racional. Pela arte, nos são apresentados aspectos e maneiras de nos sentirmos no mundo, que a linguagem verbal na sua ordenação racional de palavras, não pode conceituar. O homem, por meio da arte, da experiência do sensível, encontra sentidos que não podem se dar de outra maneira senão por ela própria. Nisso repousa a dimensão estética da educação e da educação matemática. Esta expressão “dimensão estética da educação e da educação matemática”, envolve um sentido para além dos domínios da própria arte, porque o termo ‘estética’ supõe certa harmonia, certo equilíbrio de elementos (DUARTE JR, 2005).

Nesse contexto, pela educação matemática buscar-se-á um ensino que mobiliza os significados, os símbolos, os sentimentos, as experiências, de modo a

levar o aluno a criar os sentidos e valores que balizem sua compreensão e conhecimento mais abrangente da própria matemática.

A arte pode nos propiciar mais do que um conhecimento, um saber sobre a própria matemática e suas capacidades de interpretar o mundo e agir sobre ele. Essa diferenciação entre os verbos saber e conhecer, neste texto, é devido à denotação ampliada que o verbo saber possui em relação ao seu congêneres conhecer. A esse respeito, Duarte Jr (2010, p. 14) defende que

enquanto conhecimento parece dizer respeito à posse de certas habilidades específicas, bem como limitar-se à esfera mental da abstração, a sabedoria implica numa gama maior de habilidades, as quais se evidenciam articuladas entre si e ao viver cotidiano de seu detentor – estão, em suma, incorporadas a ele. [...] O saber carrega um sabor, fala aos sentidos, agrada ao corpo, integrando-se, feito um alimento, à nossa existência.

Para tanto, para agir no mundo, na perspectiva do saber – querendo significar um processo de tomada de decisão que transcende os limites do pensamento – é fundamental discorrer, de forma sucinta, sobre o processo humano de descortinar e apreender os significados das informações captadas do mundo.

Não buscamos saber as coisas do mundo apenas por prazer ou por *hobbie*, mas para nossa própria sobrevivência e para transformá-lo, segundo os significados que damos às coisas do mundo. Nessa busca mesclam-se sentimentos de ordem racional e emocional, ligados à matemática o primeiro, e à arte o segundo, porém com maior ênfase aos aspectos emocionais.

Experienciar as coisas do mundo, ou melhor, aprender, adquirir informação e conhecimento é antes de tudo, antes de ser racional, um ato emocional. Isto é, primeiramente é sentida, antes de ser compreendida, assimilada e incorporada ao modo de vida. Quando isso se dá de forma equilibrada, harmônica, ritmada, podemos dizer que essa experiência contém em si elementos estéticos.

Quando nos remetemos ao termo experienciar, buscamos em John Dewey (1978, p. 16-17) uma defesa. Ele foi um dos grandes defensores da livre expressão e da valorização da aprendizagem pela experiência. Aprender fazendo, esse era seu lema. Para ele,

se a vida não é mais do que um tecido de experiências de toda sorte, se não podemos viver sem estar constantemente sofrendo e fazendo experiências, é que a vida é toda ela uma longa aprendizagem. Vida, experiência, aprendizagem – não se podem separar. Simultaneamente vivemos, experimentamos e aprendemos. Nesse sentido, a experiência educativa pode ser considerada uma experiência inteligente, capaz de alargar os conhecimentos, enriquecer o nosso espírito e dar significações mais profundas à vida (DEWEY, 1978, p. 16-17, *apud* OSINSKI, 2002, p. 66).

No caso da matemática e da experiência matemática, aprender fazendo, subentende vê-la como uma atividade, uma forma de pensamento, como o pensar matemático, que leva em consideração, além dos aspectos racionais, também os aspectos ligados à sensibilidade, à percepção, à intuição, à imaginação e à visualização.

3.2 A percepção e a imaginação como instrumento para educação da sensibilidade

Para a compreensão das coisas do mundo, na luta pela sobrevivência, entra em cena a percepção. A arte, nesse contexto, pode possibilitar o refinamento da experiência perceptiva, sendo um fator importante para a compreensão do mundo. “Os estímulos provenientes do meio são filtrados e organizados por ela, e isto equivale a dizer que nossa percepção, de certa forma, é função de nossa linguagem” (DUARTE JR, 2005, p. 38).

A partir de funções simples de organização dos estímulos provenientes do meio, realizada pelo cérebro humano de forma inata, se desenvolve uma percepção mais refinada. Esse refinamento da percepção depende da integração de um processo de significação, identificação, classificação e codificação de esquemas perceptivos que, em geral, dependem de aprendizagem, do raciocínio matemático e das diferentes linguagens. De certa forma, podemos notar também aí, “nesses rudimentos perceptivos, uma base estética. Agrupar estímulos em forma simples, obtendo, por conseguinte, simetrias, semelhanças, ritmos, regularidades é, em si, projetar fundamentos estéticos ao mundo percebido” (DUARTE JR, 2005).

Outro fator importante, salientado por Duarte Junior e que está em consonância com as ideias de Herbert Read, na luta pela sobrevivência e compreensão do mundo num todo integrado, é a imaginação. Esta também pode ser facilitada pela linguagem. “A linguagem se desenvolve em associação com a imaginação” (DUARTE JR, 2005, p. 45). Essa associação permite ao homem criar significações e projetar sua ação transformadora, construtora, ordenando o mundo numa estrutura significativa e real.

A imaginação, após o advento da ciência, vem sendo negada em detrimento de meios lógico-rationais para se chegar ao conhecimento. No entanto, a própria ciência, com suas construções normativas, entre as quais se busca a objetividade, é produto da imaginação humana. A imaginação é o “vôo humano, desde a facticidade bruta onde estão presos os animais, até a construção de um universo significativo. Portanto, podemos concluir que o ato do conhecimento é, em sua essência, dirigido e orientado pela imaginação” (DUARTE JR, 2005, p. 47).

A capacidade da imaginação faz com que o homem possa ir além da imediatidade das coisas e faça projeções do que não existe. A realidade é justamente aquilo que a imaginação constrói. Ela cria um sentido para além da concretude física; um sentido que exprime os valores humanos. É um ato de jogar com os dados do mundo material para construir uma ordem e um sentido.

Esses aspectos da percepção e da imaginação, além dos aspectos ligados a racionalidade precisam ser considerados para entender o tema educação de forma mais abrangente e proporcionar uma aprendizagem significativa aos alunos.

Para Duarte Junior (2005, p. 59-60), educação

é um processo pelo qual os indivíduos adquirem sua personalidade cultural. Ou seja: educar-se é, primeiramente, adquirir a “visão do mundo” da cultura a que se pertence; educar-se diz respeito ao aprendizado dos valores e dos sentimentos que estruturam a comunidade na qual vivemos. [...] Na socialização aprendemos a constituir o mundo, emprestando-lhe as significações dadas pelo aprendizado da língua: nela, “hominizamos-nos”. Educar significa colocar o indivíduo em contato com os sentidos que circulam em sua cultura, para que, assimilando-os, ele possa nele viver. [...] Educar significa, basicamente, permitir ao indivíduo a eleição de um sentido que norteie sua existência. Significa permitir que ele conheça as múltiplas significações e as compreenda a partir de suas vivências. [...] A

educação é, fundamentalmente, um ato carregado de características lúdicas e estéticas.

Adaptando isso para o campo da educação matemática, a educação precisa buscar sua base sólida na realidade e no contexto dos alunos. É a partir das experiências vividas pelos alunos que uma aprendizagem significativa tem maior possibilidade de alcançar sucesso. É atribuindo significações às suas experiências que o aluno pode apreender sentidos e adquirir conhecimentos que possam auxiliá-lo a compreender-se. Além disso, a educação proporcionada aos alunos também por meio de atividades lúdicas, de brincadeiras, de jogos e das mídias, pode ser mais efetiva. Novamente, nesses aspectos, as ideias de Duarte Junior e Herbert Read estão em sintonia. E nós apropriamos dessas mesmas ideias para o campo da Educação Matemática, reafirmando que a educação matemática deve partir das experiências vividas pelos alunos, educação na qual também são salientados os aspectos emocionais e racionais. Devendo ser desenvolvida por meio de atividades lúdicas e estéticas, com atenção especial ao desenvolvimento da intuição e da imaginação.

“É somente quando se está profundamente interessado em algo [...] que nos atiramos à tarefa de conhecê-lo” (DUARTE JR, 2005, p. 62), porém o que estamos percebendo na educação, e especialmente no ensino da matemática, é um conflito entre o como, o que, para que e para quem deve-se direcionar o ensino. Acreditamos e defendemos que uma educação matemática pela arte pode ser interessante e despertar a imaginação e a intuição matemática.

Nesse conflito, as concepções científicas e racionalistas do mundo contemporâneo também entram em cena. Diversos autores, dentre eles, Herbert Read, vêm assinalando o caráter racionalista de nosso mundo contemporâneo, no qual se separou a compreensão racional do sentimento, o intelecto das emoções, o pragmático do utópico, o lógico do intuitivo. Essa compreensão racionalista de educação, também está muito presente nos sistemas de ensino. De certa forma, valorizam-se as construções científicas como a única maneira de se chegar ao saber “verdadeiro”. A “razão” foi separada da “emoção” e da “vontade” (DUARTE JR, 2005).

Para o homem de fins do século XIX e princípios do XX a razão respondia a qualquer problema, a força de vontade o resolvia e as emoções, bem, estas em geral atrapalhavam e o melhor era recalá-las. Vemos então a razão (transformada em racionalização intelectualista) a serviço da compartimentação da personalidade com as resultantes depressões e conflitos entre instinto, ego e superego. Nossas civilizadas culturas contemporâneas têm se assentado numa patologia básica: a divisão do homem em razão e sentimentos como dois compartimentos estanques, onde o primeiro se sobrepõe ao segundo, na busca da verdade em muitos campos do saber. A razão foi transformada em racionalismo, por negar seus próprios fundamentos na esfera dos sentimentos (DUARTE JR, 2005).

A busca pela verdade, caracterizada pelo formalismo e rigidez da ciência, em particular a matemática, intensificou-se no fim do século XIX e princípios do XX. A partir dessa época, o saber e o fazer humano estão sendo baseados em fatos cientificamente comprovados, baseados na razão. “A racionalidade, o “saber objetivo”, tornou-se o valor básico da moderna sociedade” (DUARTE JR, 1991, p. 32). Os parâmetros de “verdade”, na atual sociedade, estão diretamente relacionados com a razão, com tudo que pode ser comprovado cientificamente, enquanto que as emoções estão relegadas a um plano inferior. Na produção de conhecimentos, segundo esses parâmetros, as emoções ou outras formas de conhecimentos (filosofia, arte) “só atrapalham, devendo, portanto, ser reprimidas” (DUARTE JR, 2003, p. 41).

As relações entre o saber científico, representado pelas ciências – a matemática especialmente – e o saber sensível, representado pela arte, nunca estiveram tão distantes, na atual conjuntura. Esse fato tem produzido diversos desarranjos nos comportamentos cotidianos das pessoas, sejam elas cientistas, intelectuais ou seres humanos “comuns”, como nós. Nesse contexto, é mais importante que o aluno perceba o mundo como parte de um jogo racionalista, onde se privilegiam leis científicas e lógicas, a quantidade em detrimento da qualidade, ignorando, quase por absoluto, as leis do “método da arte”, as quais permitem maior equilíbrio dos sentimentos que envolvem os aspectos racionais, como por exemplo o pensar e, os emocionais, como por exemplo o sentir.

Essas distâncias entre os saberes, decorrentes, em grande parte, de nossa sociedade capitalista, das condições de mercado, têm influenciado diretamente no

tipo de educação a que estamos submetidos, a qual contribui, sem contestação, para a formação desse tipo de pessoa que, compartimentada, movimenta-se entre uma vida profissional e um cotidiano sensível, cotidiano para o qual parece não possuir o menor treinamento com base no desenvolvimento e refinamento de sua sensibilidade. [...] Isto é: dada a crescente fragmentação do conhecimento em nossa civilização, os sistemas de ensino passaram mais e mais a investir não na formação básica do ser humano, com todas as implicações sensoriais e sensíveis que isto acarreta, mas estritamente num tipo de profissional que além de ser incentivado a se relacionar com o mundo no modo exclusivo da intelectualidade, ainda a utiliza na estreita forma de uma razão operacional, restrita e restritivamente (DUARTE JR, 2010, p. 166).

Diante do logicismo, da objetividade em que se pauta a civilização moderna, as emoções e sentimentos deixaram de ser consideradas e foram relegados a uma esfera inferior. O importante é a racionalidade, o rigor, a lógica, o conhecimento exato, o que pode ser comprovado pelo método científico. No entanto, o ato humano de descortinar o mundo necessita das relações intrínsecas entre os sentimentos e a razão. A razão quer sempre compreender, conceituando e relacionando conceitos, mas é, em grande medida, impotente para alcançar e elucidar seu próprio fundo emotivo.

As ciências do homem, fascinadas pela objetividade, movidas pelo ideal de um conhecimento exato, e na medida em que insistem em fazer uso de um método tomado da física, foram levados a ignorar todas as dimensões da realidade não-passíveis de simbolização matemática. Como os sentimentos não são objetos, como os sentimentos não podem ser quantificáveis, por exprimir fundamentalmente uma maneira de ser em relação ao mundo, emoções e sentimentos deixaram de ser significativos (DUARTE JR, 2005, p. 76).

Assim, a educação, o ensino nas escolas, em todas as áreas do conhecimento, tem se dado no sentido das superespecializações, trata-se de apresentar ao aluno visões “especializadas” de algo, porém parciais, fragmentadas pelo mundo racionalista. Isso acontece em detrimento de um ensino pautado no equilíbrio entre a razão e a emoção, que são próprios da vida quando experienciada esteticamente. Nesse modo de vida, não é possível separar os sentimentos – a razão da emoção, das construções de conhecimentos,

que se efetiva nos processos educacionais, pois “os caminhos da razão são traçados pelo compasso das emoções” (DUARTE JR, 2005, p. 75).

Nesse mundo de sentimentos que implicam no ato de (re)construção de saberes, entra em cena a arte e sua expressividade. Ela é a criação de formas perceptíveis expressivas do sentimento humano e, no caso da matemática, formas de uma percepção superior que envolve intuição e imaginação. Na arte, os sentimentos se concretizam em formas, podendo ser percebidos pelos sentidos ou pelo intelecto. As manifestações da arte suscitam determinados sentimentos intraduzíveis, indizíveis, inexprimíveis, que a linguagem – formal ou matemática – não conseguem traduzir.

Uma das funções da arte é tornar mais objetiva a sensibilidade. Todas as formas possíveis de conhecer e apreender o mundo ocorrem na esfera da experiência estética. A primeira característica da experiência estética é que nela o homem apreende o mundo de maneira direta, total, sem a mediação (parcializante) de conceitos e símbolos, que no caso da matemática, é dada pela intuição.

Na experiência estética, Alves (1975) *apud* Duarte Jr (2005) argumenta que

o cotidiano é colocado entre parênteses e suspenso. Suas regras são abolidas. Por um momento o princípio do prazer coloca diante de nós a sua criação, que nos envolve carinhosamente. O mundo real parou. Desfez-se. Do seu ventre estéril surge uma nova realidade com que nos embriagamos (p. 91).

O mesmo autor – Rubem Alves – complementa, na sequência, afirmando que a experiência estética é uma

suspensão provisória da causalidade do mundo, das relações conceituais que nossa linguagem forja. Ela se dá com a percepção global de um universo do qual fazemos parte e com o qual estamos em relação. [...] Na percepção estética o “ser” do objeto é o seu aparecer. É no próprio sensível, no próprio ato de perceber que reside o prazer estético: na percepção direta de harmonias e ritmos que guardam, em si, suas verdades (p. 91-92).

Na experiência estética equilibram-se as faculdades intelectivas e emocionais. Diversamente da experiência cotidiana, rotineira, não é mais o intelecto que orienta a percepção em função de uma prática, mas sim há o

equilíbrio entre razão, emoção e imaginação. Na experiência estética a imaginação amplia os limites que lhe impõe cotidianamente a inteligência, ganhando certa autonomia de ação. Isso se aplica também à experiência matemática.

3.3 Mas como a arte educa?

Educar pela arte é direcionar nosso olhar para as capacidades que ela suscita, dentre elas, o ato da criação. Arte e criatividade são duas palavras que estão intimamente ligadas, uma não vive sem a outra. O ato da criação encontra respaldo na imaginação. Esses dois conceitos, criação e imaginação, serão discutidos com mais propriedade na seção 4.1, porém, podemos adiantar alguns aspectos de como arte educa.

O ato criador está intimamente ligado à imaginação, compreendida nesse processo como a “articulação dos sentimentos, a sua transformação em imagens e ao encontro de símbolos que expressem esses processos e resultados” (DUARTE JR, 2005, p. 98). Intrínseco a esses dois processos, criação e imaginação, está o ato de conhecimento humano, e ele se efetiva a partir das experiências vividas pelo indivíduo. No “ato de conhecer, que na realidade, é um reconhecer”, segundo Rubem Alves, citado por Duarte Jr (2005, p. 98), está envolvida uma certa dose de criatividade; esse ato envolve a criação de um sentido para o aprendido; envolve imaginação. “Para que a aprendizagem e o conhecimento se dêem é necessário, portanto, este pequeno ato criativo: a constituição de um sentido e de um “lugar” para o novo conceito, a partir dos conhecimentos já experienciados” (ibidem, p. 100).

A arte é a concretização e a harmonização dos sentimentos, racionais e emocionais, possibilitando o equilíbrio da experiência estética. Pela arte se desenvolve e se educa a sensibilidade, o que permite visualizar nossos sentimentos e compreendê-los de forma expressiva. Além disso, pela arte o conhecimento adquirido ganha novos significados possibilitando alcançar uma visão mais ampliada do mundo.

Mas como se desenvolvem e se educam os sentimentos, a sensibilidade de que falamos no parágrafo anterior? Sobre essa questão, Duarte Jr (2005, p. 106) coloca que “da mesma forma que o pensamento lógico formal, racional, se aprimora com a utilização constante de símbolos lógicos, os sentimentos se refinam pela convivência com os símbolos da arte”.

Para compreender melhor como a arte educa, além dos processos já citados, ou seja, pelo ato da criação movimentado pela imaginação, passamos a discutir as funções pedagógicas e educativas da arte. Vale ressaltar que essas considerações aplicam-se mais especificamente ao adulto, já que para crianças até a adolescência a arte se constitui mais como uma atividade, um fazer. “A arte tem-lhe importância na medida em que se constitui numa ação significativa e não por proporcionar-lhe oportunidade para uma experiência estética” (ibidem, p. 111).

Segundo Duarte Jr (2005), para essa faixa etária, a arte assume características lúdicas, tem sentido de jogo, sendo a ação em si mais importante, mais significativa que o produto final. Para a criança, a atividade artística tem função de organização de suas experiências, de autocompreensão e de um relacionamento com os outros por meio de suas produções. Porém, Duarte Jr salienta ainda que ao dizer que nossos padrões estéticos não têm sentido para a criança, não significa que sejam irrelevantes. A atividade artística desenvolvida pela criança é um fator altamente importante para que a experiência estética seja, paulatinamente, vivenciada.

3.4 Funções pedagógicas da arte

O ato de educar pela arte pressupõe compreender as suas funções pedagógicas. Duarte Jr (2005, p. 104-111) aponta algumas possibilidades educativas da arte aplicada, mais especificamente ao adulto: 1) o conhecimento dos sentimentos; 2) a agilização da imaginação; 3) o desenvolvimento do sentimento – a sua educação; 4) a experiência estética amplia e combina novas formas de sentimentos; 5) o sentir e vivenciar o impossível; 6) a cultura; 7) a visão de mundo; e 8) a utopia. Discorreremos um pouco sobre elas, a seguir:

1) A primeira função cognitiva ou pedagógica da arte é o conhecimento dos sentimentos que não são acessíveis ao pensamento racional, traduzido pela linguagem. Por meio da arte somos levados a conhecer nossas experiências vividas, que escapam à linearidade da linguagem. Como vivemos uma vida não apenas racional, mas fundamentalmente emocional, a arte se destaca como importante instrumento para a compreensão e organização de nossas ações e são movidas pela imaginação.

2) A segunda função é a agilização da imaginação, a sua libertação da prisão que o pensamento rotineiro, de certa forma, lhe impõe. Por meio da arte, a imaginação pode realizar sua potencialidade, criando sentidos fundamentais nos sentimentos, desdobrando-os e detalhando-os. Por isso, a arte é um fato de descoberta; por ela, a imaginação descobre e cria elementos até então insuspeitados na maneira de nos sentirmos no mundo.

3) A terceira é a educação dos sentimentos. Numa civilização em que cada vez são mais estreitos os espaços destinados à imaginação, na qual o racionalismo elegeu o realismo como norma de ação, e até mesmo o prazer deve ser comprado, a arte constitui-se num elemento libertador. Justamente por negar a supremacia do conhecimento exato, quantificável, em favor da lógica do coração. Quanto maior é o contato com a arte, maior será a bagagem simbólica para representar e, conseqüentemente, compreender as minúcias do sentimento.

4) Na quarta função, direcionamos nossa atenção à experiência estética. Num primeiro momento a experiência estética é pré-reflexiva, depois ela se torna um objeto para a reflexão. Continuando, ela se converte em material para que se amplie a compreensão do mundo em que estamos, pois possibilita o inter-relacionamento e a comparação de eventos. Completa-se, então, a dialética do conhecimento, entre o que é sentido e o que é pensado.

5) A quinta vertente da arte diz respeito à oportunidade que ela nos fornece para sentir e vivenciar aquilo que, de uma forma ou de outra, nos é impossível experienciar na vida cotidiana. A arte pode ser o meio indispensável para a união do indivíduo com o todo; reflete a infinita capacidade humana para a associação, para a circulação de experiências e ideias. As diversas modalidades do significado, ou os diversos campos do conhecimento – científico, filosófico,

religioso, estético – mesclam-se na constituição do estilo que é vivido pelos indivíduos.

6) A sexta nos remete para a cultura. Conhecendo a arte do meu tempo e a cultura, adquire os fundamentos que me permitem uma concomitante compreensão do sentido vivido aqui e agora. E mais: conhecendo a arte pretérita da cultura onde vivo, posso vir a compreender as transformações operadas no seu modo de sentir e entender a vida ao longo da história, até os meus dias.

7) A sétima função pedagógica da arte nos leva a ampliar nossa visão de mundo. É difícil que nossos sentimentos encontrem, na música tipicamente oriental, símbolos que lhes sejam expressivos. Todavia, como em nossa civilização vem existindo certa correspondência entre símbolos estéticos das diversas culturas, eles tornam-se um excelente meio de acesso à visão de mundo de outros povos. Dada a sua quase universalidade, a arte tem se mostrado um meio eficaz para a invasão cultural. Através dela, torna-se mais fácil moldar os sentimentos da cultura invadida, para que esta sinta e interprete o mundo segundo os padrões dos invasores.

8) A utopia é a oitava função pedagógica da arte, ela diz sempre respeito à proposição daquilo que (ainda) não existe. Constitui-se um elemento importante dentro de uma sociedade na medida em que significa um projeto, um desejo de transformação, que permite dirigir o olhar dos outros para novas direções e novas realidades até então insuspeitadas. Ao propor outras realidades possíveis, a arte permite que, além de se despertar para sentidos diversos, se perceba o quão distante (ou não) se encontra nossa sociedade de um estado mais equilibrado e harmonioso, mais estético.

A arte e as suas funções pedagógicas, observadas e desenvolvidas, tanto na fase infantil como na fase adulta, podem contribuir para o desenvolvimento de uma consciência estética, ou seja, uma visão global do sentido da existência, criado e recriado a partir de nossos sentimentos e de nossa compreensão – racional e lógica – do mundo onde vivemos.

Pela educação, busca-se justamente a harmonia entre o sentir, o pensar e o agir; busca-se o desenvolvimento de uma vida equilibrada. Essa concepção de educação que se apoia, em grande medida, na capacidade crítica e criadora do

homem, com atuação constante da imaginação, defendida por Duarte Junior (2005, 2010) está em consonância com as ideias de Herbert Read de uma educação pela arte (READ, 1986, 2001).

3.5 Funções pedagógicas da arte na Educação Matemática

Na educação matemática, as funções pedagógicas da arte podem contribuir para o (re)estabelecimento da harmonia entre o sentir, o pensar e o fazer matemática, este, visto como atividade humana, uma atividade estética. Podem, ainda, motivar a percepção e o sentimento da beleza da matemática, beleza essa ligada mais ao emocional, à intuição, à imaginação, à sensibilidade, à experiência estética da matemática.

A estética manifesta-se cedo na própria linguagem da matemática. São palavras de origem visual, muito usadas, em especial na geometria e, portanto, de caráter estético, por exemplo, congruência, semelhança, diferença, forma, clareza, evidência, imaginação e divergência. Os termos convergência e divergência têm origem visual nas formas que convergem ou divergem na perspectiva pictórica ou espacial (CIFUENTES, 2003). Todas essas palavras, quando bem entendidas e compreendidas no contexto de sala de aula, podem possibilitar uma discussão sobre a possibilidade do ensino da matemática focando suas características estéticas.

O sentimento da beleza constitui um dos mais fundamentais dentre todos os que animam e orientam o ser humano, exibindo sua constante presença em nosso cotidiano e até mesmo naquelas construções intelectuais mais abstratas como as exigidas pela ciência [especialmente, nas construções matemáticas] e a filosofia (DUARTE JR, 2010, p. 24).

O sentimento de beleza nos impulsiona a saber mais, a procurar, a investigar, a querer desfrutar o desconhecido, em busca do seu sabor e de seu sentido para a nossa existência. Nisso reside a experiência estética, que pode ser, também, capturada para o campo da educação matemática. Em matemática, a experiência estética consiste no reconhecimento da transcendentalidade de seus objetos, por exemplo, a triangularidade do triângulo, e é o reconhecimento

de padrões mais que de objetos (CIFUENTES, 2005, p. 56). O sentimento de beleza, nesse campo, pode se dar a partir da construção, apreensão e educação da sensibilidade e não a partir de técnicas formais, como aplicar fórmulas, manejar algoritmos do modo operacional.

Quando se direciona o olhar para a dimensão estética da educação matemática, busca-se ancoragem no conhecimento sensível da matemática, especialmente nos aspectos que envolvem a visualização, a imaginação e a intuição, onde “a apreciação estética da matemática possa ser um fator essencial na nossa capacidade de compressão, sendo, portanto, fonte de conhecimento” (CIFUENTES, 2005, p. 57). Busca-se, ainda, o desenvolvimento da capacidade crítica e criadora do homem no fazer matemática. A arte, nesse contexto, é um fator importante na vida humana e, na medida em que permite o acesso às dimensões estéticas, não reveladas pela lógica e pelo pensamento discursivo, opera na educação da sensibilidade, auxiliando na educação do pensamento matemático.

A educação do sensível [da sensibilidade], por conseguinte, significa muito mais que o simples treino dos sentidos humanos para um maior deleite face às qualidades do mundo. Consiste, também e principalmente, no estabelecimento de bases mais amplas e robustas para a criação de saberes abrangentes e organizadamente integrados, que se estendam desde a vida cotidiana até os sofisticados laboratórios de pesquisa (DUARTE JR, 2010, p. 205).

Na educação matemática é fundamental pensar a arte, não como técnica manual, mas como educação do sensível, que envolve emoção, paixão, intuição, imaginação, criação, harmonia, homogeneidade. Esses aspectos podem permitir ao aluno uma (re)elaboração de suas experiências estéticas. A arte é um elemento fundamental para que, expressando suas vivências, o aluno possa chegar a compreendê-la e a emprestar significados à sua condição nos diferentes contextos: social, cultural, econômico e político. Logo, ela precisa, também, ser resgatada e ressignificada com todas suas capacidades e potencialidades para o campo da educação matemática e para a formação integral do aluno.

A arte adquire função essencial, por exprimir aquilo que está fora dos limites da razão discursiva. A arte está no homem desde que este existe

no mundo – ela foi tudo o que restou das culturas pré-históricas. Apenas a constatação deste fato elementar – a universalidade e permanência do impulso estético – já é razão suficiente para que se reconheça a importância da arte na constituição do humano. A educação e a formação do homem não podem prescindir de quaisquer instrumentos ou meios que o levem a criar um sentido mais harmônico para a sua existência (DUARTE JR, 2005, p. 136).

Portanto, pensar a educação matemática a partir das funções pedagógicas da arte, pressupõe, como defende Herbert Read, o desenvolvimento das capacidades como a sensibilidade, a intuição, a visualização, a imaginação, a criatividade, os sentimentos, capacidades essas consideradas fundamentais para o desenvolvimento de um ser humano integral e para uma aprendizagem matemática mais harmônica, ritmada, equilibrada, ou seja, estética. “A matemática não deveria ser estudada priorizando-se apenas seus conteúdos, senão interpretada também em seus contextos históricos e culturais, e pondo em evidência não somente sua utilidade senão também a sua beleza” (CIFUENTES, 2005, p. 59).

Pensar a educação matemática pela arte é, por certo, seguindo o que diz Duarte Junior (1991, 2005, 2010), uma atividade profundamente estética e criadora em si própria. Ela tem o sentido do jogo, do brincar, em que nos envolvemos prazerosamente em busca de uma harmonia. No ambiente escolar, estamos ali em pessoa, com pontos de vista, opiniões, medos, desejos e paixões. Não somos veículos para a transmissão de ideias de terceiros: repetidores de opiniões alheias, neutros e objetivos. A relação educacional e a relação com a educação matemática é, sobretudo, uma relação humana e envolvente.

Assim, a educação da sensibilidade, o processo de se conferir atenção a nossa faculdade de sentir, vai se afigurando como fundamental não apenas para uma vivência mais íntegra e plena das informações capturadas do mundo, como parece ainda ser de vital importância para o desenvolvimento do pensamento matemático, por mais racionalmente “técnico”, abstrato que este possa parecer.

Uma educação matemática que reconheça o fundamento sensível de nossa existência e a ele dedique a devida atenção estará, por certo, tornando mais abrangente e sutil a atuação dos mecanismos lógicos e racionais de

operação de consciência humana, possibilitando uma percepção e compreensão de forma mais acurada da experiência estética na matemática.

Na experiência estética da matemática como na arte, os termos: apetência, apetite, sabor, fruição, gozo, deleite, prazer, precisam ser salientados. Termos afins, que para esse insosso e inodoro conhecimento, no qual prevalece o rigor científico e a eficiência tecnológica, significam apenas um lazer descompromissado ou o inconsequente exercício de um prazer, jamais um orgânico processo de obtenção daquela sabedoria necessária para alicerçar uma vida mais plena. Mas o prazer do sabor é, sobretudo, o prazer de se saber, de se saber o mundo e a si mesmo. Revela-se como o fruir das qualidades, antes do pensar das quantidades. O saber sensível, que se revela também na experiência estética da matemática, mostra-se, primordialmente, um ato prazeroso e, como tal, encarado com suspeição por aqueles que pensam a educação e, especialmente, a matemática como atividade estática, dura, áspera, cinzenta e desprazerosa. No entanto, o dever de aprender precisa ser compatível com qualquer fruição prazenteira das coisas do mundo. Sensibilidade e objetividade precisam caminhar lado a lado, como já dizia Herbert Read (DUARTE JR, 2010).

A educação matemática, articulada às funções pedagógicas da arte precisa, além da razão, ser carregada de sensibilidade, para poder perceber e compreender os apelos que partem daqueles a ela submetidos e despertar neles a sensibilidade estética para apreciar a experiência da beleza da matemática. Nesse tipo de compreensão se encontra a “Educação Matemática pela Arte”.

As funções pedagógicas da arte, integradas na educação matemática pela arte, podem ser discutidas, analisadas e interpretadas no campo da educação matemática de forma mais ampliada, aprofundada e, ainda, pode ser proposta uma estética da matemática com suas possibilidades pedagógicas, a partir, por exemplo, dos aspectos estéticos da matemática salientados por Cifuentes (2003, 2005, 2010). Nesse trabalho, no entanto, não as tratamos com esse enfoque, porém, essa relação pode ser considerada ponto de partida para pesquisas futuras.

CAPÍTULO 4

FUNDAMENTOS PARA UMA COMPREENSÃO ESTÉTICA DA MATEMÁTICA

O estético não é apenas um olhar sobre a matemática, Acreditamos que existe um conteúdo estético na matemática, e esse conteúdo está ligado ao que pode ser “apercebido” pelo Intelecto. A matemática, além de ser por excelência uma ciência racional, comporta também características emocionais, as quais estão intimamente ligadas com a intuição matemática e a experiência estética (a apreensão do belo).

Cifuentes

Algumas palavras-chave identificadas no texto “A Redenção do Robô: meu encontro com a Educação através da Arte” de Herbert Read e “Fundamentos Estéticos da Educação” de João Francisco Duarte Junior, serão analisadas mais amplamente neste capítulo. Além disso, procuramos discutir de que maneira elas são apropriadas para a constituição do conhecimento e para o campo da Educação Matemática. Destacamos criação, imaginação, beleza, experiência estética, razão, intuição e emoção, entre outras. Buscamos ainda ampliar a compreensão para uma estética da matemática.

4.1 Criação e imaginação na Educação Matemática pela Arte

A partir do século XVII, o conhecimento moderno tem suas bases definitivamente estabelecidas, principalmente, pelo trabalho de Descartes. Assim, ficou estabelecido, dentro do campo das ciências, que

a verdade não poderia ser encontrada nem nas alusões poéticas da literatura, nem nas fantasias das artes visuais, mas nas certezas da lógica, da matemática e da geometria. Nasce, então, o Racionalismo: a crença racionalista de que o mundo consiste de substâncias físicas (corpos) e mentais (mentes) e de que a mente racional, como substância mental não física, era essencialmente descorporalizada (EFLAND, 2010, p. 319).

Desde então, “os sentidos corporais passaram a ser cada vez mais colocados sob suspeita, no sentido de não conseguirem produzir um saber confiável e digno do nome” (DUARTE JR, 2010, p. 44).

Duarte Jr (2010, p. 48-49) coloca ainda que à medida que

a razão e suas construções modelares para a compreensão do mundo vão se ampliando e sendo consideradas o ápice da capacidade humana, o corpo progressivamente se submete a restrições que são de modo simultâneo, de ordem epistemológica e produtiva. Quer dizer: ao mesmo tempo em que aos sentidos vão sendo negadas capacidades cognoscentes, capacidade de erigir um saber minimamente confiável, os músculos e a fisiologia geral devem se adaptar a um esquema produtivo que não obedece à natureza humana, e sim a uma lógica de mercado que cresce em proporção geométrica.

O conhecimento baseado nos trabalhos de Descartes e no racionalismo que se estabeleceu a partir do século XVII foi inegavelmente promissor para a humanidade, porém, o momento atual nos solicita um entendimento mais amplo da vida e do mundo, e para tal, exige-se a integração entre razão e emoção para a constituição do conhecimento. Duarte JR (2010, p. 15), citando Alain Touraine (1994), coloca: “Max Horkheimer formulou uma das ideias mais profundas deste século quando escreveu: ‘A razão não basta para defender a razão’”.

Nesse sentido, entendemos que a razão, representada pelas leis matemáticas, necessita se integrar a um saber primeiro que é a educação do sensível, traduzida pela intuição, sensibilidade, imaginação, características primordiais da arte. “É através da arte que o ser humano simboliza mais de perto o seu encontro primeiro, sensível, com o mundo” (DUARTE JR, 2010, p. 22), e pode, a partir daí, construir saberes.

A matemática e a arte caracterizam-se, principalmente, pela busca da verdade, no primeiro caso, e pela busca da beleza, no segundo. Uma constante em ambos os casos é a forte interação entre o racional e o intuitivo ou visual, predominando o primeiro na matemática e o segundo na arte (CIFUENTES, 2003, p. 59). A matemática é uma forma de arte, sendo os fatos e métodos matemáticos obras de arte aos olhos do pensamento (CIFUENTES; NEGRELLI; ESTEPHAN, 2000).

Apesar da forte influência do modelo cartesiano, podemos observar alguns exemplos da integração entre matemática e arte ao longo da história da humanidade.

A matemática e a arte nunca estiveram em campos antagônicos, pois desde sempre caminharam juntas, aliando razão e sensibilidade. Na verdade, podemos observar a influência mútua de uma sobre a outra desde os primeiros registros históricos que temos de ambas. Essas duas áreas sempre estiveram intimamente ligadas, desde as civilizações mais antigas, e são inúmeros os exemplos de sua interação. Muitos povos utilizaram elementos matemáticos na confecção de suas obras: os egípcios com suas monumentais pirâmides e gigantescas estátuas; os gregos com o famoso Parthenon e com seus belíssimos mosaicos; os romanos com suas inúmeras construções com formas circulares, entre elas o Coliseu (FAINGUELERNT & NUNES, 2006, p. 18).

A matemática, quando bem desenvolvida, carrega não apenas verdade por meio dos seus axiomas e suas demonstrações, mas uma beleza soberana, conforme já dizia Bertrand Russell. Nisso reside o sentido estético da matemática. Ela não é só uma ciência, mas é, também, uma forma de arte, uma forma de pensar, e sua beleza tem relação direta com as diferentes manifestações artísticas, como a poesia, a música, a dança, entre outros. Desse modo, podemos dizer que a matemática é fonte de prazer estético e esse prazer está no sentir uma beleza, pois a emoção de um sentimento é único, é particular. Podemos descrever uma emoção estética, porém não podemos transpor o que sentimos para outra pessoa. A matemática, além de ser útil, carrega beleza e proporciona prazer para quem ousa descortinar um mundo de mistérios surpreendentes e fascinantes. Nesse sentido, ela ressalta o poder e o fascínio da criação.

O pensamento criador procura estabelecer novas relações simbólicas, procura conectar símbolos e experiências que, anteriormente, não apresentavam quaisquer relações entre si. O que se deve notar, no entanto, é que o pensamento criador não aproxima pura e simplesmente símbolos diversos, num jogo de ensaio e erro. Antes, a relação se dá primordialmente através dos significados sentidos, ou dos sentimentos (DUARTE JR, 2005). Na matemática isso também se dá num nível superior.

E este talvez seja o ponto crucial com relação à aprendizagem significativa. Ela envolve a articulação do novo com o já existente;

envolve a criação de um sentido para o aprendido, em função do já conhecido. [...] Para que a aprendizagem e o conhecimento se dêem é necessário, portanto, este pequeno ato criativo: a constituição de um sentido e de um lugar para o novo conceito, a partir dos conhecimentos anteriores (DUARTE JR, 2005, p. 99-100).

O artista maravilha-se diante de sua obra, o matemático emociona-se com suas descobertas. Cada qual é um criador, e como criador busca sempre a perfeição, a verdade, a beleza. O ato criador nasce de uma necessidade de responder a um anseio do criador, que ultrapassa a exultação do próprio artista e/ou do matemático. Logo, procura tornar tangíveis suas ideias – que na verdade não são suas, mas que estão postas no universo – de modo que sejam compreendidas pelo ser humano.

Ao criar, o criador está em harmonia com a ordem do universo e procura, no ato de criação, tornar verossímil a sua obra para os demais fruidores de sua obra e/ou de suas descobertas. O homem é, por natureza, um criador, um fazedor. A criatividade é “um potencial inerente ao homem, e a realização desse potencial, uma de suas necessidades” (OSTROWER, 2010, p. 5).

Esta verdade desperta uma resposta ressoante bem dentro do nosso ser, pois sabemos que um dos prazeres mais intensos que a alma do homem pode experimentar é o da atividade criadora. Pergunte ao artista. Pergunte ao poeta. Pergunte ao cientista. Pergunte ao inventor ou ao meu vizinho que cultiva rosas premiadas. Eles todos conhecem a profunda satisfação associada ao momento do orgasmo da criação (HUNTLEY, 1985, p. 32).

A arte e a matemática estão associadas aos processos de ensino e de aprendizagem, possibilitando ao aluno construir seu próprio conhecimento, por intermédio do ato da criação e recriação de significados.

Criar é, basicamente, formar. É poder dar forma a algo novo. Em qualquer que seja o campo de atividade, trata-se, nesse “novo”, de novas coerências que se estabelecem para a mente humana, fenômenos relacionados de modo novo e compreendidos em termos novos. O ato criador abrange, portanto, a capacidade de compreender; e esta, por sua vez, a de relacionar, ordenar, configurar, significar (OSTROWER, 2010, p. 9).

Fayga Ostrower (2010, p. 5) complementa

as potencialidades e os processos criativos não se restringem, porém, à arte. Em nossa época, as artes são vistas como área privilegiada do fazer humano, onde ao indivíduo parece facultada a liberdade de ação em amplitude emocional e intelectual inexistente nos outros campos de atividade humana, e unicamente o trabalho artístico é qualificado de criativo. Não nos parece correta essa visão de criatividade. O criar só pode ser visto num sentido global, como um agir integrado em um viver humano. De fato, criar e viver se interligam.

A matemática e arte são ingredientes importantes em um processo criativo e artístico e os vínculos entre esses dois campos de conhecimento podem ser observados em toda parte, por exemplo, em certas equações matemáticas ou em relações geométricas, na regularidade das formas, nas proporções matemáticas, nas obras de arte, na música, na poesia, nas construções arquitetônicas, nas formas da natureza, entre outros. Tudo o que aos nossos olhos parece bonito, “fazem surgir aquela emoção em nós que normalmente associamos com obras de arte” (READ, 2001, p. 20-21).

A verdade é que as inúmeras formas, da substância inerte e também a das coisas vivas, obedecem a um número definido de leis relativamente simples. Ou seja, o crescimento de determinadas coisas que resulta em formas determinadas é ditado por forças que agem de acordo com certas leis matemáticas. [...] Muitos séculos atrás, Platão e Pitágoras já encontraram no número a chave para a natureza do universo e para o mistério da beleza (ibidem, p. 19).

Exemplos disso são as espirais logarítmicas encontradas na natureza, representadas por certas conchas, como por exemplo, a concha de Nautilus (um molusco) ou nas plantas, como nas sementes da flor do girassol. Outro exemplo são os muitos organismos, particularmente no desenvolvimento das plantas, que obedecem a uma série numérica bastante conhecida: $2/3$; $3/5$; $5/8$; $8/13$ etc., uma série que tem várias propriedades matemáticas curiosas. Essa série está intimamente relacionada à Seção Áurea, a proporção “ideal” que se obtém ao dividir uma linha, de tal modo que a parte menor esteja para a parte maior, assim como a parte maior está para o todo (READ, 2001).

A beleza proporcionada pela arte e a razão proporcionada pelas leis matemáticas constituem uma relação harmoniosa para o processo de ensino e de aprendizagem em matemática, bem como para a constituição do conhecimento. A

matemática está na arte, assim como a arte está na matemática. Elas se associam, se complementam para gerar conhecimentos.

No contexto da educação matemática,

a importância da elaboração de uma estética da matemática consiste em dar um embasamento teórico para a discussão sobre a diferença, aparentemente sutil, entre **ensinar** matemática e **ensinar a apreciar** a matemática, o que poderia traduzir-se em analisar a diferença entre conteúdo **científico** e conhecimento **estético** da matemática ou, do ponto de vista epistemológico, entre conhecimento **científico** e conhecimento **estético** da matemática. [...] Esse embasamento visará a educação do “olhar” e da intuição matemática na formação de professores de matemática (CIFUENTES, 2003, p. 60, grifo do autor).

“A arte comporta características racionais e abstratas como, por exemplo, a existência de um espaço subjacente a toda obra de arte. Assim, na pintura renascentista, o espaço subjacente é determinado pela perspectiva” (CIFUENTES, 2003, p. 59). Em contrapartida, a matemática, “além de ser por excelência uma ciência racional, comporta características emocionais, as quais estão ligadas diretamente com a intuição e a experiência estética” (ibidem, p. 59).

A experiência estética constitui a motivação para o ato de criação podendo ser chamado de apreciação da beleza. “Em essência o ato de criação e o ato da apreciação da beleza não se distinguem. Isto é válido quer o objeto belo seja uma obra de arte, uma composição musical ou um teorema matemático” (HUNTELEY, 1985, p. 33).

Assim, a razão, representada pela matemática, e a emoção, representada pela arte, perpassam o conhecimento relacionado à matemática e à arte, e por que não dizer, o conhecimento de mundo. Negar essa associação é negar a própria natureza do ser humano que é constituído de sentimentos.

O conhecimento de mundo e da própria natureza humana advém de dois processos, como já foi dito: razão e emoção. A emoção se traduz no sentimento, e sentir é anterior ao pensar, e compreende aspectos perceptivos e aspectos emocionais. Segundo Duarte Junior (2005), o conhecimento do sentimento e a sua expressão só podem se dar pela utilização de outros símbolos que não são os linguísticos, só podem se dar através de uma consciência distinta da que se

põe no pensamento racional. A arte pode ser uma ponte que nos leva a conhecer e a expressar os sentimentos.

Dentre as muitas palavras que incorporam o processo de educação, por exemplo: interesse, concentração, criatividade, espontaneidade, intuição, visualização, emoção, razão, disciplina, demonstração, uma deve ser fortalecida para potencializar o processo de ensino e de aprendizagem da matemática, a “imaginação”. Essa palavra, como podemos perceber no decorrer do texto, é defendida com bastante ênfase por Herbert Read (1986, 2001), Duarte Junior (1991, 2005, 2010), Cifuentes (2003, 2005, 2010), entre outros, como sendo essencial no processo de ensino e de aprendizagem. Através da imaginação, os seres humanos criam um universo significativo, em seu encontro com o mundo. Imaginar “é um pensar específico sobre um fazer concreto” (OSTROWER, 2010, p. 32).

No ato criador, o ingrediente principal é a imaginação. Ela é o substrato do processo criador. Por ela o homem se desprende do universo físico para criar o mundo dos valores e dos significados. Por meio da imaginação o homem transcende a realidade. Por meio dela, (re)criamos novas relações, teorias, poemas, músicas, tecnologias, leis científicas, entre outros.

No entanto, mesmo sendo considerada, por muitos, como a essência do processo criador, a “imaginação tem sido negada por diversas correntes filosóficas e científicas que, miopemente, não vêem como fonte de toda criação e conhecimento humanos, mas como tropeço no verdadeiro caminho da razão” (DUARTE JR, 2005, p. 100). Para essas correntes, o homem, por sua imaginação é considerado um rebelde, um subversivo, na medida em que nega o existente, o já estabelecido, e propõe o que ainda não existe.

Nesse sentido, Duarte Jr (2005, p. 101) acrescenta que

o ato da criação é profundamente subversivo: visa alterar a ordem (ou a desordem) existente para imprimir um novo sentido. Visa transformar aquilo que é naquilo que ainda não é, tal como o deseja a imaginação. [...] o racionalismo de nossa civilização olha com maus olhos tudo o que possa alterar suas bases estabelecidas, tudo o que possa propor uma nova ordem, distinta da atual. A imaginação deve, pois, ser negada: negada inclusive pela filosofia e pela ciência, que são-lhe frutos diretos. [...] O criador é um rebelde: em geral não se adapta à nossa bancária educação. À mecânica organização de nosso trabalho e às leis que

regem nossa civilização. Porque quer o novo. O novo que sua imaginação gera e que o racionalismo coarta. O mundo novo onde o homem possa, livremente, criar. O mundo onde a imaginação seja, ela própria, o fundamento das relações.

A imaginação, assim como os sentimentos e as emoções, é um tópico espinhoso, apresentando uma história de exclusão no domínio cognitivo (EFLAND, 2010). Sendo preterida, em favor do conhecimento intelectual, proveniente da razão.

A própria ciência, que pretende ser um conhecimento rigoroso das “coisas como são”, é filha direta da imaginação. A criação de normas de objetividade, para que a razão se discipline e não sofra interferências dos valores e emoções, é um produto da imaginação. Aliás, a ciência surge, nos primórdios do século XVII, quando a imaginação de Galileu leva-o a afirmar: “vamos supor que um corpo caia sem sofrer interferências do atrito com o ar”. Isto é, imaginemos uma coisa inexistente em nosso mundo: a queda livre, sem interferências da atmosfera, o movimento contínuo. A imaginação é, portanto, o dado fundamental do universo humano e o motor de todo ato de criação. Precisamos notar também que em qualquer ato criativo não há apenas uma mobilização da razão, da esfera lógica (que se dá através dos símbolos). Como já se observou, nossa razão, nossos símbolos (linguísticos, matemáticos, etc.), estão sempre apoiados nas nossas vivências, nos nossos sentimentos (DUARTE JR, 1991, p. 52).

A imaginação é a “atividade que inclui o uso produtivo do material sensorial que leva à descoberta científica, bem como o uso similar desse material que leva à obra de arte, não havendo uma diferença essencial entre os dois processos” (READ, 2001, p. 71-72).

Para muitas pessoas, o termo “imaginação” denota criatividade artística, fantasia, descoberta científica, invenção e mesmo devaneios, tendo pouca ou nenhuma correspondência com o mundo das ocorrências comuns, ou seja, com a vida cotidiana das pessoas. Tais crenças são remanescências do Romantismo do século XIX, sugerindo às mentes cétricas que a imaginação não é compatível com a educação (EFLAND, 2010).

Nesse modelo de educação, a ciência, compreendida como símbolos verbais e matemáticos, é colocada no domínio cognitivo, ou seja, na dimensão racional do pensar, enquanto que as percepções, os sentimentos, as emoções estão alocados no campo das artes. No entanto, a “educação deveria ter como propósito fundamental a potencialização da capacidade cognitiva nos indivíduos

pelo uso da imaginação” (EFLAND, 2010, p. 343). A ordem, em si mesma, uma das características da matemática, “apela para a imaginação, e é até possível afirmar que o tipo mais elevado de imaginação é precisamente o que se ocupa da criação das proporções e harmonias abstratas” (READ, 2001, p. 32).

Pela imaginação, o homem ordena o mundo numa estrutura significativa que permite criar mundos possíveis e melhores e possibilidades de ser e sentir-se parte integrante dele; por meio dela, somos impelidos a visualizar aquilo que não temos a oportunidade de experienciar na vida cotidiana, rompendo o estreito espaço que o cotidiano nos reserva. Ainda, através da imaginação, o homem é estimulado a produzir conhecimento. Imaginar é o motor da criação. Incentivar atitudes criadoras nos espaços escolares, especificamente nas aulas de matemática, pode melhorar o interesse e o entusiasmo dos alunos para criar, para descobrir, enfim, para aprender.

O ato criador é “um ato de coragem. Coragem de não aceitar o estabelecido, propondo uma nova visão, uma nova ordem, uma nova correlação de forças” (DUARTE JR, 1991, p. 84).

D’Ambrosio (2011), na conferência de abertura proferida na XIII Conferência Interamericana de Educação Matemática – CIAEM, realizada em Recife/PE, relata que uma das melhores conceituações que ele conhece sobre o que é matemática e sobre criatividade está na entrevista que Ennio De Giorgi, um dos grandes matemáticos do século XX, concedeu a Michelle Emmer, poucos meses antes de sua morte, em 1996. D’Ambrosio menciona que nessa entrevista De Giorgi diz que a “Matemática é a única ciência com a capacidade de passar da observação de coisas visíveis à imaginação de coisas não visíveis. Este é, talvez, o segredo da força da matemática.” Ele diz ainda: “Eu penso que a origem da criatividade em todos os campos é aquilo que eu chamo a capacidade ou disposição de sonhar: imaginar mundos diferentes, coisas diferentes, e procurar combiná-los de várias maneiras”.

O ato da criação, que se efetiva pela imaginação, é, de certa forma, um ato proibido no mundo civilizado, tecnológico e economicamente ativo, e por que não dizer, nos sistemas educacionais. Apenas a criação de novas formas de ampliar os seus domínios e lucros é bem aceita. Esses são os limites impostos à

criatividade e, conseqüentemente, à educação, à arte e até à matemática exigindo dela só aplicabilidade e exatidão.

4.2 Beleza e experiência estética

‘Beleza’ e ‘experiência estética’ são dois conceitos muito utilizados nesse texto e que estão ligados diretamente à filosofia. Aqui, neste trabalho, a intenção não é aprofundar esses dois conceitos tão complexos, no entanto é necessário compreender como a matemática e a arte se relacionam com eles.

Primeiramente, é necessário lançar um olhar sobre o substantivo “estética”. O termo estética vem do grego *aisthesis* e pode denotar algumas classificações, por exemplo, adjetivo, quando diz respeito à beleza física; substantivo, quando diz respeito às características formais que um determinado período assume. Na Filosofia, o termo ‘estética’ é um ramo desse campo de conhecimento e propõe estudar o belo e o sentimento de prazer que suscita nos homens. Nosso interesse, nesta pesquisa, repousa nesse aspecto. Cifuentes (2005, p. 56) diz que “estética” é a “ciência do conhecimento sensível e experiência estética é o prazer da apreensão do belo”.

Duarte Jr corrobora, dizendo que o substantivo “estética” representa hoje

qualquer conjunto de idéias (filosóficas) com o qual se procede a uma análise, investigação ou especulação a respeito da arte e da beleza. Ou seja, estética é a parcela da filosofia (e também, mais modernamente, da psicologia) dedicada a buscar sentidos e significados para aquela dimensão da vida na qual o homem experiencia a beleza. Estética é a “ciência” da beleza (2003, p. 8).

No caso da matemática, “o estético não é somente um olhar sobre a matemática, acreditamos, de fato, que existe um conteúdo estético na matemática e esse conteúdo está ligado ao que pode ser “apercebido” pelo intelecto” (CIFUENTES, 2005, p. 58). Essa capacidade de “ver” por meio do intelecto, além de ser “natural, pode ser desenvolvida. E esse desenvolvimento, necessário para uma nova abordagem da matemática, requer alfabetização visual: é a necessidade de uma linguagem visual rumo à elaboração de uma conceituação visual” (ibidem, p. 59).

Ainda, o estético na matemática

não se resume a maravilhamentos frágeis que costumam-se evidenciar, indicando como a matemática é bela. Esses, usualmente, só se expressam para reforçar o mito de que a matemática é obra de gênios e deuses. Estética é sensibilizar-se com o mundo e expressar dimensionamentos dele (DETONI, 2010, p. 36).

Mas o que é beleza? A beleza tanto na arte como na matemática não se explica, se sente. Assim como o artista sente prazer ao admirar sua obra, o matemático não sente dificuldade em apreciar e ver beleza nas estruturas e nas regularidades matemáticas.

‘Beleza’ é uma palavra que tem desafiado os esforços dos filósofos na busca de uma definição que mereça concordância geral. Articulado algumas palavras significativas a seu respeito, podemos dizer que a beleza desperta algum tipo de emoção. A experiência da beleza não é uma experiência simples, mas complexa. Na matemática, ela pode compor-se de surpresa, admiração, pavor ou de expectativa concretizada, perplexidade solucionada, uma sensação de profundezas insondáveis e mistérios; ou de economia dos meios para chegar a um resultado impressionante (HUNTLEY, 1985).

A “experiência estética”, segundo Duarte Jr (1991, 2003), é sinônimo de “experiência da beleza”. Aquela experiência que temos frente a um quadro, uma música, a um filme, a uma peça. A experiência estética não é inata no ser humano, depende também de um aprendizado. À medida que este se familiariza com os códigos estéticos, a própria maneira de sentir vai se refinando, ou seja, tornando-se progressivamente mais sensível às sutilezas da vida interior, aos meandros do mundo dos sentimentos.

A “experiência estética” sobrevém quando algum elemento material ou mental, ao qual por esse motivo atribuímos beleza, estimula a emoção do prazer. Os psicólogos consideram as emoções como atividades do inconsciente, de modo que a experiência estética é o ressuscitamento de emoções subliminares e a beleza é o poder de evocar essas emoções (HUNTLEY, 1985).

Parece, num primeiro momento, que são nas produções artísticas que estão os preceitos da “experiência estética” ou “sentimento estético”. No entanto, as atividades mais racionais, nesse caso, as atividades matemáticas estão

impregnadas pelo sentimento estético, ou seja, envolvem além de lógica e linguagem, também intuição, imaginação e sensibilidade. Estas últimas estão intimamente ligadas à experiência estética. A lógica lida com relações funcionais, regras, enquanto que a intuição trabalha com relações estruturais, padrões (CIFUENTES, 2011). “O matemático Poincaré, aliás, dizia que a primeira coisa que ele verificava numa equação era sua qualidade estética, isto é, se ela se mostrava como bela” (DUARTE JR, 2003, p. 11). A matemática, quando bem entendida, possui não somente a verdade, mas também a suprema beleza, já dizia Bertrand Russell.

Assim como em frente a uma obra de arte os sentimentos de um observador vibram em consonância com as formas, as harmonias, as proporções e os ritmos, o mesmo acontece com a matemática, quando estamos diante da compreensão de uma dada demonstração, como, por exemplo, na geometria.

Às vezes se relaciona a palavra compreensão com conhecimento racional e, em última instância, com o que pode ser demonstrado. Por outro lado, “demonstrar” significa, para os gregos, “estabelecer a verdade”, “pôr em evidência”, “revelar”, e estas palavras têm uma forte conotação estética, pois apelam não somente ao lógico formal, mas também ao intuitivo, o que pode ser visto, principalmente, pelo intelecto (CIFUENTES, NEGRELLI & ESTEPHAN, 2000, p.1).

Desde a antiguidade, a associação entre matemática e arte constitui-se a base para o conceito de beleza. Essa associação está expressa em algumas proporções consideradas harmoniosas e rítmicas para as duas áreas do conhecimento. A subjetividade do conceito de beleza já era bastante discutida na época de Platão.

O conceito da idéia de “beleza” é bastante discutido desde os tempos de Platão e muitos critérios para a sua identificação têm uma forte conotação subjetiva. Por exemplo, a beleza na geometria é encontrada na simetria e na elegância das formas. Para Tomás de Aquino, a beleza é aquilo que agrada a uma mera contemplação. Segundo Huntley, a beleza pode ser pensada como uma “interação entre a mente e um objeto ou uma idéia que desperta emoção”. Para este autor a capacidade de apreciação da beleza na matemática se baseia em dois fatores distintos, um hereditário e outro adquirido. Do ponto de vista hereditário tal capacidade é vista como uma característica inata do sujeito, mas relacionada à intuição e o inconsciente racional coletivo (conceito devido a Jung). E do ponto de vista do adquirido, a educação e o entretenimento, como ele sustenta, são responsáveis pelo

desenvolvimento da capacidade da percepção da beleza, não somente na matemática, mas também em outras áreas como na arte e na música. (CIFUENTES, NEGRELLI & ESTEPHAN, 2000, p. 3).

A “beleza está na idéia, no sentimento e nas emoções estéticas que uma obra pode exprimir no observador”, como dito anteriormente. Assim o é também na matemática. A beleza da matemática está na harmonia e nas regularidades das formas, nas medidas e princípios racionalmente formais predeterminados. A beleza, então, vem da emoção que temos diante de uma produção, de um saber adquirido, da apreciação estética da matemática, também da sensação de conseguirmos ver o mundo de uma maneira que não víamos antes.

Uma das relações que representava certo mistério e um ideal de beleza, que fascinava e tocava fortemente a sensibilidade dos gregos antigos, desde o tempo de Pitágoras, era a “Secção Áurea”, também conhecida como “Proporção Áurea” ou “Divina Proporção”. Este último nome é o título de um livro publicado por um padre italiano, chamado Luca Pacioli (1445-1514).

A Proporção Áurea fornece um maravilhoso exemplo do sentimento de total espanto e mistério que fascinaram muitas personalidades no decorrer da história, dentre eles destacam-se Pitágoras, Euclides, Leonardo de Pisa, Leonardo da Vinci, entre muitos outros. Mas o entusiasmo provocado por esta proporção misteriosa não se restringe aos matemáticos. Biólogos, artistas, músicos, historiadores, arquitetos têm se interessado pelo tema, e este, inspirado seus trabalhos. Assim, a razão, representada pela matemática, e a emoção, representada pela arte, se fundem para gerar conhecimentos.

4.3. Aspectos de uma estética da matemática

Para a elaboração dessa seção, tomamos como referência os trabalhos desenvolvidos por Cifuentes (2003, 2005, 2009, 2010, 2011) que abordam esse tema.

Cifuentes (2003, 61-62) coloca que uma das contribuições mais interessantes para a delimitação de uma estética da matemática foi dada por François Le Lionnais (1965), que usando categorias culturais da história da arte,

como o classicismo e o romantismo, esboça uma classificação dos fatos e dos métodos matemáticos.

Classicismo caracteriza-se fundamentalmente pela elegância e a ordem, enquanto que o romantismo pela loucura e o caos. A beleza clássica unifica mostrando conexões inesperadas, enquanto que a beleza romântica desperta emoções violentas. São resultados de uma beleza clássica, por exemplo, os seguintes: i) na geometria plana, o fato de que as três alturas (ou as três mediatrizes ou as três medianas) de um triângulo sejam concorrentes; ii) no cálculo diferencial e integral, o chamado teorema fundamental do cálculo que relaciona a tangente a uma curva com sua área. São resultados de uma beleza romântica os seguintes: i) a teoria do infinito de Cantor, a qual derroga um dos princípios fundamentais da matemática grega de que o todo é maior que a parte; ii) as propriedades caóticas dos fractais que derrogam princípios de regularidade e simetria (CIFUENTES, 2003, p. 61-62).

Cifuentes (2003) ainda complementa que o método de demonstração por indução e o método de demonstração pelo absurdo correspondem, respectivamente, ao método de beleza clássica e de beleza romântica.

O método axiomático, desenvolvido pelos gregos, é um procedimento que visa sistematizar um corpo de conhecimento e faz uso explícito, em diversos momentos, do recurso estético de simplicidade, especialmente na sua estruturação: como o simples – os axiomas – pode fundamentar o complexo – os teoremas (CIFUENTES, 2003).

Cifuentes (2010) salienta que a “simplicidade não deve ser confundida, então como o breve, o fácil, o comum”. Como exemplos dessa característica estética da matemática, que podem ser regidos pelas leis da simplicidade, destacam-se: a simetria de uma figura, a evidência de um axioma, a “melhor” aproximação à solução de um problema e a própria conclusão de um raciocínio por indução ou analogia. A própria abstração, tão cara à matemática, é também um processo ligado à simplicidade.

Um dos exemplos mais reveladores de como a simplicidade é utilizada como argumento na história da matemática, em especial na constituição do conhecimento geométrico, envolve o conceito de infinito. Segundo Cifuentes (2003, 2005, 2009, 2011), há dois tipos de infinito diferenciados pelos gregos: o infinito potencial e o infinito atual. O infinito potencial, ou infinito em potência, tem, por exemplo, o infinito dos números naturais em sua gênese indutiva, um após

outro, sem fim: 1, 2, 3, 4, 5,...; e o infinito atual, ou infinito em ato, isto é, o infinito acabado, totalizado, captado ou apreendido como totalidade, pode ser exemplificado pelo infinito do conjunto dos números naturais pensados simultaneamente: {1, 2, 3, 4, 5, 6,...}. Colocar todos os números naturais num conjunto é dar um contexto a seus elementos, é criar uma nova entidade que dá identidade a seus elementos. É como reunir uma coleção de pessoas numa nação, sendo esta a atribuição de uma identidade a todos seus membros.

O contexto, outro aspecto estético da matemática, dá existência espaço-temporal ao objeto, aliás, o contexto envolve outra concepção de espaço. Todo espaço é um contexto e também todo contexto pode ser considerado uma certa forma de espaço. Por exemplo, definir um conjunto, classe ou coleção, é criar um certo contexto para seus elementos, o contexto que lhes dá unidade como conjunto, isto é, como totalidade agregada (CIFUENTES, 2005).

Um conceito estético intimamente relacionado com o contexto é o contraste. Por exemplo, só podemos entender o quente em relação ao frio, o doce em relação ao amargo, o pesado em relação ao leve. No caso da percepção do espaço, o contraste se dá na diferença figura-fundo, isto é, objeto-contexto. O contraste, do ponto de vista da arte, é manifestado pela relação luz e sombra. O contraste pode se dar por semelhança ou por diferença. Uma das manifestações do contraste por semelhança na matemática é dado através da noção de analogia. Como método, ela é muito importante nos processos de compreensão e descoberta em matemática (CIFUENTES, 2005).

Outro aspecto estético da matemática defendido por Cifuentes (2005) é a contextualização. A contextualização dos objetos matemáticos é um fator importante nos processos ligados à intuição. Contextualizar um objeto é dar um referencial espaço-temporal – não necessariamente num sentido físico – ao objeto, ao seu contexto, de modo que, do ponto de visto estético, o contexto passe a fazer parte, como resultado de uma síntese, do próprio objeto. Por exemplo, uma forma de contextualizar uma sequência num contexto espaço-temporal é através de uma representação geométrica que permita evidenciar ou visualizar suas simetrias e seu padrão ou moldura, assim como os pitagóricos

faziam ao classificar os números naturais pelas suas propriedades geométricas em números triangulares, quadrados, pentagonais etc.

Os componentes estéticos da matemática podem ser considerados pontos de partida para uma discussão teórica de uma estética da matemática, bem como para uma experiência estética que permita ao aluno apreciar o ensino da beleza em matemática. No entanto, alguns desafios para esse ensino, ou melhor, para a estética da matemática do ponto de vista pedagógico, precisam ser superados. O primeiro deles é transformar “habilidade em sensibilidade, para poder aceder ao conhecimento matemático através da sua apreciação estética” (CIFUENTES, 2003, p. 74). E do ponto de vista teórico, é reconhecer a diferença entre o conteúdo científico e o conteúdo estético da matemática (ibidem, p. 74).

CAPÍTULO 5

A VISUALIZAÇÃO COMO RECURSO PARA UMA COMPREENSÃO ESTÉTICA DA MATEMÁTICA

A visualização remete a uma certa “realidade”, pois “a realidade é a experiência visual básica”.

Cifuentes

Neste capítulo, procuramos discutir o papel da visualização como parte das discussões das palavras-chave destacadas nos capítulos anteriores. Na matemática, a visualização está ligada à sensibilidade matemática, envolvendo os aspectos da intuição e da imaginação. É um processo de formar imagens mentais, com o intuito de capturar, construir e comunicar determinados conceitos matemáticos, com vistas a auxiliar na resolução de diversos problemas, especialmente, os geométricos.

Nem sempre, ou não necessariamente, pensamos em termos abstratos, para depois traduzir esses termos em imagens concretas em função da clareza. Boa parte do ato de pensar se dá sob a forma de imagens, e de qualquer modo, imagens são oferecidas como uma alternativa para símbolos matemáticos, para apreensão de conceitos e solucionar problemas (READ, 2001). “Existe na imagem um excesso de pensamento sobre a imagem, a força da imagem não está nela, mas no pensamento” (BERNIS, 1987, p. 77).

Essa possibilidade de capturar um fato matemático por meio de um processo que não é dedutivo, que não pode ser encontrado somente por meio de cálculos, pode ser alcançada apelando para essa sensibilidade matemática, possibilitada pelos mecanismos da visualização. Como se traduz esse fato para Educação Matemática também é assunto de discussão deste capítulo. Essa discussão parte das ideias desenvolvidas nos capítulos anteriores, que tomou como referência as concepções de Herbert Read e João Francisco Duarte Junior para a educação, as quais interpretamos para o campo da Educação Matemática.

Visualização é uma forma de estimular o pensamento, a imaginação, a intuição e a sensibilidade. É o mecanismo de expressão de uma linguagem visual

e do raciocínio visual. Ela pode ser considerada o principal mecanismo para fazer “ver” um resultado matemático sem recorrer à demonstração no seu sentido rigoroso de dedução lógica. Visualizar é singularizar, exemplificar, mantendo a universalidade. É ser capaz de formular imagens mentais e está no início de todo processo de abstração (CIFUENTES, 2005).

“Além do pensamento abstrato, em geral, se admite que a faculdade de visualização pode ter função ancilar no processo de pensar, as imagens são “ajudas visuais” do pensamento” (READ, 2001, p. 56).

Read (2001, p. 56), citando Galton (1907), coloca que:

não pode haver dúvida quanto à utilidade da faculdade de visualizar, quando está devidamente subordinada às operações intelectuais mais elevadas. Uma imagem visual é a forma mais perfeita da representação mental onde quer que se faça referência à forma, posição e relações dos objetos no espaço. Ela é importante em toda habilidade manual e profissão em que o desenho se faz necessário. Nossa educação teórica e palavrosa tende a reprimir essa preciosa dádiva da natureza. Uma faculdade que é de importância em todas as ocupações técnicas e artísticas, que dá acuidade às nossas percepções e justezas às nossas generalizações, é subjugada pelo desuso preguiçoso, em vez de ser criteriosamente cultivada, de tal forma que possa nos oferecer melhores retornos.

Um desafio no campo da matemática e da educação matemática para o futuro, segundo Cifuentes (2005), será tornar a visualização em argumento de demonstração. Para tanto, as futuras demonstrações visuais precisarão de uma linguagem visual apropriada, na qual o desenho com régua e compasso ou com os atuais meios computacionais desempenharão papel essencial. Do ponto de vista pedagógico, um desafio para a didática da matemática será sugerir e implementar técnicas ou métodos de visualização como um caminho para o aprimoramento da maturidade no raciocínio matemático, tanto visual quanto formal. No caso da matemática, a linguagem visual deve ser uma linguagem que possa lidar com a imprecisão. O paradigma da exatidão na matemática é só necessário para as aplicações, não para a apreciação estética, e a imprecisão é parte importante da apreensão dos entes matemáticos.

Buscando um ensino que valorize, não só os métodos científicos, mas também a sensibilidade matemática, educadores matemáticos vêm discutindo, pesquisando e propondo estratégias para contribuir com uma aprendizagem em

matemática de forma mais efetiva. Acreditamos que, movimentando as capacidades do ser humano para atingir o conhecimento, ou seja, a razão e a emoção, o processo para alcançar um conhecimento, capaz de permitir uma formação integral do ser humano, será mais bem sucedido. A arte, com todas as suas capacidades, como já falamos no decorrer do texto, pode contribuir nesse processo.

Para tanto, as pesquisas apontam para a necessidade de desenvolver um trabalho interdisciplinar em sala de aula. Buscar uma integração entre os conteúdos de matemática e de arte, apelando para os mecanismos da visualização, pode constituir formas de encaminhamentos para a compreensão em matemática.

Em matemática, o estudo da geometria, que é ainda pouco abordado em sala de aula, pode ser favorecido pela visualização, já que para compreender os conceitos geométricos, é exigido do aluno um alto grau de imaginação e intuição. Não os sistemas axiomáticos, mas a geometria enquanto mecanismo para a visualização, que pretende aprimorar a intuição. Geometria como método de geometrização é do que precisa o ensino escolar. Por exemplo, como visualizar a álgebra? Geometrização é entender as propriedades algébricas traduzindo-as em propriedades geométricas.

Na concepção de Leivas (2009, p. 123), geometrização é um processo de “utilizar abordagens geométricas como um método para compreender e representar visualmente conceitos matemáticos e de outras ciências, por meio de imaginação, intuição e visualização, portanto, geometria é um ponto de vista que conduz à geometrização”.

A visualização é um ingrediente vital para perceber as “coisas” do mundo, é um modo visual de pensar. A visualização e os processos que a implicam na educação são essenciais no processo de construção do conhecimento, especialmente em matemática.

A visualização é uma forma de experiência, sendo uma de suas funções a construção de significados e, principalmente, de sentidos. [...] Outra das funções da visualização, por exemplo, na resolução de problemas, é ajudar a sua compreensão. Visualizar não é apenas ver o visível, senão, usando as palavras do artista plástico Paul Klee, é simplesmente tornar visível (CIFUENTES, 2010, p. 22).

É possível estimular, também, pela geometria, outras capacidades, como a sensibilidade, a percepção, a imaginação, a criatividade, capacidades consideradas subjetivas e que estão diretamente ligadas ao conhecimento da área das humanas, mais precisamente à arte, sendo eximidas no campo das matemáticas. A matemática ainda é considerada por muitos como o protótipo da certeza, da verdade e está relacionada com o racional, com as questões objetivas. E o pensar matemático (que tem a ver com a certeza, com a verdade) manifesta-se diretamente nos mecanismos de demonstração, e demonstração tem relação íntima com a lógica. Tudo que é demonstrável é verdadeiro e vice-versa. Essa é a lógica para que o conhecimento matemático seja verdadeiro.

A partir dos gregos, principalmente, Pitágoras e Tales de Mileto, a matemática tomou rumos mais lógicos, levada para o desenvolvimento do pensamento. Eles começaram a desenvolver o raciocínio matemático não da forma lógica, como a entendemos nos dias de hoje, porém, rumando para ela. Foram eles que começaram a usar a razão em seus trabalhos. Já Euclides, é considerado o grande sistematizador, não só sistematizou, mas percebeu a geometria pela lógica dos traços e das imagens, salientando a importância da visualização no processo de entendimento da geometria. Quando ensinamos a geometria hoje, não é da forma como Euclides pensou, mas da forma como a concebemos, influenciados, em grande parte, pela obra de Hilbert “Fundamentos da Geometria”, incorporados pelos livros didáticos comercializados no mercado. A obra de Euclides traz traços de visualização por meio de construções geométricas. No entanto, quando pensamos na matemática hoje a limitamos às demonstrações.

Uma forma de resgatar o lado humano da matemática é capturar o conhecimento matemático nas capacidades subjetivas do ser humano, na construção, no fazer matemática, na atividade matemática. Essas capacidades são inerentes do fazer de cada ser humano. Os objetos matemáticos para “existirem” devem ser construídos e não apenas postulados, o “existir” deve estar ligado à intuição, à imaginação. Existem “verdades” na matemática que não são demonstráveis, mas podem ser alcançadas por outras formas, ligadas ao processo de visualização, de educação do olhar, de ver além do olhar.

Pois a matemática não é só um saber, é um fazer, é uma atividade. O raciocínio é uma atividade do pensamento. Mais importante que “saber” matemática é dar a possibilidade de estimular o pensamento matemático. A matemática não se reduz à lógica. A verdade matemática não é demonstrável apenas pela lógica, mas pode ser alcançada pelo processo de visualização, movimentando a sensibilidade (CIFUENTES, 2011)⁷.

5.1 Visualização e leitura de imagens em arte e em matemática

5.1.1 Em arte

A arte pertence ao terreno da subjetividade. É pelos caminhos não racionais da arte que a percorremos e a descobrimos. Já a matemática, como defendida pela maioria dos matemáticos, pertence ao terreno da objetividade e segue os caminhos da razão, da exatidão, da lógica.

Em nossa sociedade a importância atribuída à racionalidade, representada pelas ciências, em especial a matemática, muitas vezes, procura enquadrar a arte dentro dessa perspectiva, fazendo com que fiquemos distantes de sua essência, sem percebê-la através do sentimento.

Vivemos em um mundo de textos, de formas, de imagens, fazer uso desses elementos no ensino de conceitos matemáticos pode ser um diferencial para propiciar um ensino significativo e uma aprendizagem mais consistente. A leitura de uma imagem, de acordo com Pillar (2006, p. 12), pode ser “a leitura de um texto, de uma trama, de algo tecido com formas, cores, texturas, volumes”.

Ler uma imagem é se apropriar de uma mensagem defendida pelo autor em uma linguagem artística. Essa mensagem é tecida por uma trama de significados que podemos traduzir em texto, em uma linguagem formal – Língua Portuguesa e/ou em uma linguagem matemática. Qualquer coisa pode ser um texto e a leitura é uma construção de significados. O leitor interpreta aquilo que lê

⁷ Palavras do professor José Carlos Cifuentes expressas em uma aula na disciplina “O Pensamento Matemático na Educação Matemática”, do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática da UFPR.

na representação, traduzindo sua interpretação em uma nova representação. Apreender o sentido da imagem é adentrar em uma produção de significações, ressignificações e construção de conhecimento, além de permitir o prazer estético que a apreciação possa despertar. Para tanto, exige uma educação do olhar, um exercício de ver além do olhar.

Ler uma imagem é ler o “indizível”, ou seja, é traduzir para um discurso verbal algo não verbal, é um diálogo estabelecido entre formas, cores, espaços, texturas etc. Quando fazemos uma leitura, estamos explicitando verbalmente relações de outra natureza, da natureza do sensível. E, na medida em que explicitamos relações de outra natureza, movimentamos o emocional, o sensível, a imaginação, a intuição.

Ana Mae Barbosa (2004, p. 19) que, aqui no Brasil, também defende a leitura de imagem no ensino de arte, salienta que “nossa ideia de leitura de imagem é construir uma metalinguagem. Não é falar sobre a pintura, mas falar a pintura num outro discurso, às vezes silencioso, algumas vezes gráfico, e verbal somente na sua visibilidade primária”.

Uma imagem não é um mero elemento ilustrativo de um texto. Imagens fazem parte de contextos, fornece indicações sobre seu horizonte gerativo, o que permite compreender sua função, sua ação e seu poder e, além disso, reflete questões sociais, históricas, culturais, que influenciam os modos de ver e as interpretações de cada observador.

Apreciar uma imagem e ver além do olhar é ler a realidade presente implícita ou explicitamente, pois elas podem, também, estar carregadas de sentido ideológico, funcionando como instrumentos de ação e de poder.

No processo de leitura de uma imagem, a sensibilidade é a força motriz. Essa leitura vai além de uma atividade descritiva, pressupõe, também, uma atividade reflexiva que visa transformar o leitor e seu modo de agir no mundo. O leitor, em geral, busca identificar objetos, personagens e elementos que aparecem na imagem, identificando particularidades do tema representado e a sua importância para a época e local em que a obra foi produzida. Busca ainda fazer um diálogo entre o tema abordado, em um dado momento histórico, e os

discutidos no momento atual, estabelecendo comparações e suposições para horizontes futuros.

Acontecem muitas inter-relações no processo de leitura de imagens. A interpretação de uma mensagem abarca componentes sensoriais, emocionais, intelectuais, culturais, históricos, sociais, econômicos, políticos e estéticos. Assim, o sentido que o leitor dá ao texto é relativo ao seu referencial, próprio de um tempo, espaço e circunstância.

Um texto se atualiza durante o ato da leitura. Então uma obra, uma imagem é um sistema aberto, portanto, a diversas interpretações e respostas são esperadas de acordo com o leitor e o contexto em que é usada. Ela acontece de maneira efetiva quando o leitor, durante sua tarefa de dar significado ao texto, percebe o mundo e a si mesmo com nova visão que o transforma em algum aspecto. Então, o leitor modificado, transforma sua maneira de agir no mundo.

É importante que a leitura, atividade primordial na escola para qualquer aprendizagem e para qualquer área do conhecimento, aconteça no âmbito das múltiplas linguagens. A leitura de imagens educa para a sensibilidade. Quanto mais ampla for a convivência com os vários tipos de arte, estilos, épocas e artistas, mais poderemos afinar nossa sensibilidade.

5.1.2 Em matemática

Os fatores estéticos da matemática, salientados anteriormente, são expressivos, e toda forma de expressividade supõe uma linguagem. A linguagem é captadora de conhecimentos. A linguagem formal não pode captar o conhecimento emotivo e, por isso, no caso da apreciação estética da matemática, necessitamos de uma linguagem e de um raciocínio visual, ligados à visualização.

Visualizar é extrair padrões das representações, é construir o “objeto experienciado”. A visualização e a abstração estão intimamente ligadas, e um exemplo dessa relação na matemática, [...] é o seguinte: se é possível “ver” um triângulo, um quadrilátero, pois o número de lados permite de certo modo “amarrá-lo” à realidade, também é possível visualizar, embora não da mesma forma, um polígono geral onde o número de lados não é especificado (a sensibilidade do abstrato). Essa visualização de um polígono geral se dá, mas não em termos de suas propriedades objetuais e sim de suas propriedades relacionais, o que

supõe uma mudança na ontologia do que pode ser visualizado na direção do objetual ao relacional (CIFUENTES, 2010, p. 22).

Em matemática, os mecanismos ligados à visualização, quando evidenciados, além de tornar a aula mais dinâmica, permite estabelecer comparações com o processo histórico de desenvolvimento dos conceitos matemáticos. Permite, ainda, o alargamento da compreensão dos conceitos e pode permitir a organização do pensamento. A função das imagens no processo do pensamento não é apenas ilustrativa. O ato de pensar se processa, primeiramente, sob a forma de imagens. Sendo estas fundamentais para compreensão da linguagem, especialmente da linguagem e dos símbolos matemáticos.

Porém, Read (2001, p. 58) coloca que entre

a referência mental a um símbolo e uma imagem, pode haver apenas uma diferença de grau: ambos são “signos”. Mas a diferença pode ser de concretude sensorial. O matemático pode advogar concretude para os símbolos $G_{\mu\nu}=Ag_{\mu\nu}$ como a representação da lei da gravidade; mas o processo de pensar no cérebro de Newton, que descobriu essa lei, na verdade envolveu a concretude muito mais sensorial da maçã caindo. Ou a física é uma ciência altamente metafórica ou é resultado de processo de pensamento que envolvem imagens numa proporção considerável. Não basta afirmar que esses processos foram “acompanhados por” ou “ilustrados por” imagens: as imagens constituíram parte integral do pensamento (READ, 2001, p. 58).

A imagem é, em geral, relevante para o processo do pensamento, na medida em que a forma do pensamento deve receber material genuíno com o qual possa trabalhar, portanto, mais e mais imagens devem ser utilizadas no processo de pensar. Elas são ingredientes fundamentais no desenvolvimento do pensamento matemático. “A imagem resume o saber adquirido. Imaginar um cubo [por exemplo] é ter imediatamente a significação do cubo” (BERNIS, 1987, p. 80).

Um dos instrumentos de raciocínio visual está na construção geométrica por meio do desenho. O apelo a figuras, num sentido construtivo, e ao “movimento” delas, isto é, ao aspecto visual e heurístico da matemática, do ponto de vista histórico, foi parte essencial do método axiomático em geometria. Resolver um problema, uma atividade tão comum na matemática é uma forma de mobilizar a imaginação. Uma forma convincente de mostrar, ou melhor, “revelar” a

verdade de um resultado, de um problema, por exemplo, era exibir uma figura. O “mostrar” essa verdade era possível desde que se entendesse figura num sentido dinâmico, dialético, e não apenas como uma exemplificação, sentido que deve transcender a simples concretização. Desse ponto de vista, a figura é um dos mecanismos epistemológicos de compreensão, e para tal, a visualização se configura como um desses mecanismos (CIFUENTES, 2005).

A importância da visualização, especificamente no ensino da geometria, é fundamental, pois o indivíduo passa a ter controle sobre o conjunto das operações mentais básicas exigidas para lidar com os conceitos da geometria ao praticar o exercício da visualização dos objetos e entes geométricos (KALEFF, 2003).

Kaleff (2003) salienta ainda que o fato de os objetos geométricos pertencerem ao mundo das ideias e, ao mesmo tempo, terem sua origem no mundo físico e representarem abstrações de objetos materiais, apresenta uma ambiguidade que gera uma grande dificuldade para os alunos. Em muitos casos, os alunos:

não percebem que os objetos geométricos são abstratos e que mesmo ao observarem o desenho de uma figura geométrica no livro texto ou no quadro-negro, ou mesmo sua imagem na tela do computador, estão, na realidade, vendo apenas uma representação do objeto geométrico (KALEFF, 2003, p. 16).

Um das limitações para estudar o universo tridimensional da geometria espacial, salientam Gerônimo e Franco (2010, p. 179), deve-se ao fato de que

somos também tridimensionais, o que nos impede de enxergar os objetos geométricos tridimensionais por inteiro a partir de um ponto de observação fixo. O quadrado pode ser visto inteiramente desenhado no plano, mas o cubo não poderá ser visto por inteiro, algumas de suas arestas e faces estarão ocultas.

Portanto, desenvolver as capacidades de imaginação e de intuição capturadas pelos mecanismos da visualização, torna-se essencial para a compreensão da matemática, especialmente no estudo da geometria, para o qual é exigido do aluno um pensamento geométrico refinado para superar o bidimensional e atingir o tridimensional.

Sobre imaginação, intuição e visualização, Leivas (2009, p. 111) diz que

imaginação (é uma forma de concepção mental de um conceito matemático, o qual pode vir a ser representado por um símbolo ou esquema visual, algébrico, verbal ou uma combinação dos mesmos, com a finalidade de comunicar para o próprio indivíduo ou para outros tal conceito.); intuição (é um processo de construção de estruturas mentais cognitivas para a formação de um determinado conceito matemático, a partir de experiências concretas do indivíduo com um determinado objeto) e sobre visualização (é um processo de formar imagens mentais).

Ainda complementa que a imaginação se encontra muito “ligada à abstração, assim como à intuição, e estas podem ser complementadas pela visualização, entendendo aqui visualização não como uma forma de representação em termos de uma figura ou representação de um objeto, mas sim como um processo capaz de auxiliar na construção do fazer matemático” (LEIVAS, 2009, p. 136-137).

A imaginação, a intuição e a visualização, especialmente em geometria, podem ser um diferencial na análise, discussão e investigação dos conceitos geométricos, especialmente, na visualização espacial e no desenvolvimento espacial. A visualização espacial obtida pela construção e manipulação de objetos existentes no mundo real é que permitirão uma construção de representações mentais desses objetos, tanto bi como tridimensionais, bem como o uso de idéias geométricas na resolução de problemas (LEIVAS, 2009). O estudo da geometria, olhada por esse viés, pode favorecer a compreensão de outras áreas do conhecimento humano, já que imaginação, intuição e visualização comportam características interdisciplinares.

Segundo Bernis (1987, p. 11), a imaginação “é uma espécie de visão. A superfície dos objetos emite sem cessar partículas que, em seu encontro com o olho, provocam a visão; essas partículas conservam a forma dos objetos donde emanam e, assim, a vista informa-nos sobre a natureza dos objetos”. No entanto, o estudo da geometria, a apreensão visual – possibilitada pela imaginação, intuição e visualização – vem sendo ignorada em sala de aula em função da aritmética e da álgebra.

Nesse sentido, Flores (1997) argumenta que a apreensão visual, realmente, não é um exercício simples e imediato, exige muito mais que tão somente olhar, exige um tratamento figural, cuja complexidade deve ser

considerada e analisada. Ao concluir sua pesquisa de mestrado, esta autora coloca que a dificuldade na visualização está centrada basicamente em dois pontos:

1) em ver a figura, ver como se vê uma radiografia, vê-la a partir de todas as possibilidades que ela pode oferecer; 2) em se apropriar desta leitura, ter apreendido a capacidade de leitura de figuras, neutralizando fatores que possam interferir na busca errada do problema (p. 128, grifo da autora).

Aprender a ver além do olhar é um exercício que exige conhecimento e treinamento, tanto dos conceitos da arte como da matemática. Em matemática,

uma aprendizagem de tratamentos figurais⁸ deve conduzir os alunos a uma conscientização das possibilidades heurísticas do registro figurativo, levando-os a um crescimento visual e a uma desenvoltura na sua capacidade interpretativa da matemática como um todo, bem como do mundo que lhes rodeia (FLORES, 1997, p. 128).

O refinamento da habilidade visual e a desenvoltura na capacidade interpretativa da matemática são capacidades imprescindíveis para a percepção da estética da matemática. Disciplina essa que comumente é observada como aquela na qual os alunos apresentam grandes dificuldades, principalmente quando envolve a necessidade da capacidade de visualização e de apreensão dos seus conceitos. Nesse sentido, Sabba (2005, p. 19), afirma que

professores de matemática e artistas plásticos poderiam suavizar este impacto negativo sobre a matemática, utilizando-se da interação das duas áreas. Há inúmeros exemplos de grandes pintores que fazem uso perfeito da perspectiva e de seus termos, sem nunca terem aprendido formalmente a teoria subjacente a esse conhecimento. Por outro lado, alguns estudantes de matemática resolvem problemas sem se importar em entender seu real significado. Dominam a teoria, mas não lhe atribui sentido.

Explorar os conceitos geométricos; estimular a intuição, a imaginação e a visualização; perceber a passagem dos objetos do mundo físico para suas representações simbólicas, e vice-versa, são ações que podem ser mediadas por metodologias diferenciadas em sala de aula e pela introdução de processos

⁸ Para o tratamento figurativo, a autora se balizou nos estudos sobre a Percepção, sobre a Psicologia da Gestalt e nos estudos de Raymond Duval.

lúdicos de aprendizagem, como por exemplo os jogos. Essas metodologias e recursos podem permitir que o aluno manuseie e realize uma imagem mental de objetos matemáticos, além de estimular os sentidos e não apenas as linguagens.

Importante salientar que a utilização de processos lúdicos de aprendizagem em sala de aula não encerra os objetivos da aprendizagem, é necessário ajudar os alunos a ultrapassarem o estágio do concreto, do lúdico e alcançarem o raciocínio matemático abstrato. Os mecanismos ligados à visualização constituem um fator importante nesse processo. Portanto, a visualização busca capturar a sensibilidade matemática para atingir o conhecimento matemático abstrato. A imaginação, a intuição, o raciocínio visual estão diretamente ligados à sensibilidade matemática, sendo estes essenciais para a sua compreensão e para uma percepção da estética dessa ciência.

E para tal, remontemos, mais uma, vez às ideias de Read (1986, 2001), em que ele propõe uma educação pela arte. Para ele, a arte, quando amplamente concebida, é capaz de proporcionar uma educação que alie imagem e conceito, sensibilidade e pensamento, e, ao mesmo tempo, um conhecimento das leis universais e um padrão de comportamento em harmonia com a natureza.

Por fim, acreditamos que as atividades matemáticas desenvolvidas em sala de aula, ao contemplar a visualização como processo de construção do pensar matemático, podem permitir a compreensão dos conceitos matemáticos de forma mais profunda.

CAPÍTULO 6

O ENSINO DE MATEMÁTICA E ARTE: INTERCRUZANDO SABERES

A matemática é uma forma de arte, sendo os fatos e métodos matemáticos obras de arte aos olhos do pensamento.

Cifuentes

As diferentes formas de pensar a matemática e a arte e a maneira de ensino dessas duas disciplinas são constituídas nas relações socioculturais, econômicas e políticas ao longo da história. Nesse sentido, as diversas teorias sobre a matemática e a arte estabelecem referências sobre suas funções: elas podem servir à política, à economia, às questões sociais; ser utilitárias e proporcionar uma experiência estética. Essa última característica parece, em um primeiro momento, relegada à disciplina de arte, enquanto que para a matemática reserva-se o papel de disciplina dura, difícil e que provoca medo em centenas de pessoas. Esse medo deriva, em parte, do desconhecimento dos seus limites, das ideias erradas acerca da matemática, dos valores e mitos matemáticos e da suposição de que ela só pode ser expressa em termos simbólicos.

Quanto aos mitos matemáticos, recorremos a Cifuentes (2005, 2010, 2011) para subsidiar nossa discussão. Para ele, mitos, na ciência, originam-se quando uma interpretação é transformada em verdade ou em explicação. Mitos matemáticos não devem ser confundidos com mitos sobre a matemática ou metamatemáticos.

Um mito matemático assinalado por Cifuentes (2010, 2011), que historicamente está consolidado, é assumir que a estrutura da reta euclidiana é a reta dos números reais, tomando a sua completude métrica como fator de decisão. No estudo da análise matemática, hoje, muitas vezes identifica-se “reta euclidiana”, que é um objeto geométrico, com “reta real”, que é um objeto algébrico, pois essa área do conhecimento matemático começa com o estudo do corpo ordenado dos números reais. Para tal identificação, supõe-se a reta euclidiana constituída de pontos (entidade inextensas) e associa-se a cada

número real, um único ponto da reta, de modo que essa associação prova-se ser completa, no sentido biunívoco, isto é, que a cada ponto da reta também lhe corresponde um único número real, sendo uma consequência dessa associação a crença de que todo segmento é mensurável por um número real positivo. Nesse caso, a reta euclidiana tem a estrutura dos números reais e podemos entender essa estrutura como roupagem algébrica que a reta veste para que suas propriedades (geométricas) sejam “inteligíveis” pela mente humana.

Um dos grandes mitos “sobre” a matemática, apontados por Cifuentes (2010), é a crença, transformada em valor, de que a verdade matemática só se atinge por demonstração, e ainda a crença de ser a matemática uma ciência exata. Uma das interpretações do (meta)teorema de incompletude de Gödel diz que existem verdades na matemática que não podem ser demonstradas. Sobre a exatidão em matemática, Cifuentes (2009) coloca que esta não é necessária para a sua compreensão, possibilitando outras formas de acesso ao conhecimento.

É o que estamos defendendo neste texto, ou seja, para ter acesso ao conhecimento matemático, não é suficiente ir somente pelo caminho da racionalidade, mas também, percorrer o caminho da sensibilidade, proporcionada pela imaginação, pela intuição matemática e pelo raciocínio visual, capturados pelos mecanismos da visualização. Nesse aspecto, a arte e suas capacidades estéticas assumem um papel essencial na constituição desse conhecimento e para o desenvolvimento do pensamento matemático.

A matemática e a arte foram se constituindo ao longo da história e estão presentes tanto no cotidiano das pessoas, nas mais diversas ações e manifestações, como também nos ambientes escolares. No entanto, enquanto a matemática sempre teve lugar de destaque nas escolas, a arte não compartilha dessa mesma sorte. Ela ainda é tratada e desenvolvida, em muitas salas de aula, como um mero lazer, uma distração entre as atividades “sérias” das demais disciplinas.

No entanto, a matemática e a arte sempre caminharam juntas e são ingredientes essenciais à evolução das pessoas e da sociedade. Experienciar a matemática e a arte pode ser um caminho para o desenvolvimento integral do ser humano. Um aprendizado integrado entre esses dois campos de conhecimento

pode, por exemplo, favorecer a ampliação de capacidades como sensibilidade, imaginação, intuição, criatividade, que são fundamentais para a compreensão de conceitos pertinentes ao campo da matemática e da arte.

Porém, muitas reflexões são necessárias no sentido de levar para a sala de aula um ensino integrado, especialmente entre matemática e arte. A matemática e a arte têm uma forte característica interdisciplinar que possibilita o resgate da unidade no trabalho pedagógico, pois seus conteúdos ensejam diálogos com as demais áreas do conhecimento. No contexto escolar, a integração desses dois saberes pode proporcionar formas mais afetivas de levar o aluno a se apropriar do conhecimento historicamente produzido e a definir novas formas de perceber, compreender e interpretar os conceitos matemáticos e as produções artísticas.

Nesse sentido, buscamos em Max Bill (1949), *apud* Amaral (1977, 52-53), uma defesa para a relação entre matemática e arte.

A matemática traz novas e inauditas proposições. Seus limites perderam sua primitiva clareza e já são irreconhecíveis. Mas o pensamento humano em geral (e o matemático em particular) necessitam, diante do ilimitado, um apoio visual. É então que a arte intervém. Desde este momento a linha clara se torna indefinida, enquanto o pensamento abstrato, invisível, surge como concreto, visível. Espaços desconhecidos, axiomas quase inacreditáveis, adquirem realidade e se começa a caminhar por regiões que antes não existiam; a sensibilidade se amplia; espaços até há pouco desconhecidos e inimagináveis começam a ser conhecidos e imaginados. O pensamento matemático na arte não é a matemática em sentido estrito; pode-se dizer que o que se entende por matemática exata é aqui de pouca utilidade. É muito mais, é uma estrutura de ritmos e relações, de leis que têm fontes individuais, da mesma maneira que a matemática tem seus pontos essenciais no pensamento individual de seus inovadores.

A arte tem potencial de favorecer o estudo não só dos seus conceitos, mas de todas as áreas do saber, principalmente da matemática; esta – que é sempre considerada uma disciplina difícil, enigmática, antiestética, repleta de uma linguagem de muitos símbolos, alheia à arte e que, aparentemente, só é acessível a poucos talentosos – encontra na arte uma maneira de ser vivenciada de forma mais prazerosa e encantadora. A arte pode permitir desenvolver no aluno atitude positiva diante da aprendizagem dos conceitos matemáticos.

A arte não é apenas básica, mas fundamental na educação de um país que se desenvolve. Arte não é enfeite. Arte é cognição, é profissão, é

uma forma diferente da palavra para interpretar o mundo, a realidade, e é conteúdo. [...] Não é possível o desenvolvimento de uma cultura sem o desenvolvimento das suas formas artísticas. Não é possível uma educação intelectual, formal ou informal, de elite ou popular, sem arte, porque é impossível o desenvolvimento integral da inteligência sem o desenvolvimento do pensamento divergente, do pensamento visual e do conhecimento representacional que caracterizam a arte. Se pretendemos uma educação não apenas intelectual, mas principalmente humanizadora, a necessidade da arte é ainda mais crucial para desenvolver a percepção, a imaginação, para captar a realidade circundante e desenvolver a capacidade criadora necessária à modificação desta realidade (BARBOSA, 2004, p. 4-5).

A matemática, também, não é apenas básica, mas é fundamental. É uma magia, é um contágio e está ao alcance de todos os seres humanos. É um corpo vivo de definições, postulados e axiomas, que organiza o pensamento. O pensamento pode possibilitar a ordenação e a educação dos sentimentos e torna possível a criação também em arte. A matemática não é

um universo de entes mortos, intangíveis, desinseridos de um cenário cultural e civilizacional. A matemática não é um mero entrecido de axiomas rígidos, um edifício de admirável rigor lógico, uma arquitectura barroca desprovida de luz. Não é uma paisagem desoladoramente seca, preta de *rigor mortis*. É, ao invés, um saber que quer ousadia e truculência intelectual (PROVIDÊNCIA, 2001, 25-26).

As ideias matemáticas são impregnadas de ação humana, são carregadas de imaginação, intuição, percepção e sensibilidade. Capacidades essas que estão intimamente ligadas à arte e a experiência estética.

A constituição da matemática se deve a muitos conflitos de diferentes civilizações e às influências do ambiente da vida social e cultural das pessoas. Ela intervém na construção do conhecimento e na própria realidade. A matemática é uma área que está em constante diálogo com as outras áreas do conhecimento e é chamada para contribuir nos processos de construção, validação de conceitos e interpretação de fenômenos e informação. Além disso, ajuda a estruturar o pensamento, o raciocínio lógico e a percepção da beleza de um fenômeno, por suas regularidades e pela harmonia das formas.

A arte, na sua dimensão estética, em que a criatividade é ingrediente fundamental, estando presente no dia a dia da sala de aula, pode estimular o aprendizado em matemática, além de permitir aos estudantes uma apreciação

estética da própria matemática, pois se entende que ao explorar essa relação nas suas dimensões criativa, estética e cultural, a compreensão de alguns conceitos matemáticos é favorecida. Da mesma forma, permite abandonar abordagens fragmentadas em detrimento de um trabalho interdisciplinar que enriquece o processo pedagógico.

Apenas um ensino criador, que favoreça a integração entre a aprendizagem racional e estética dos alunos, poderá contribuir para o exercício conjunto complementar da razão e do sonho, no qual conhecer é também maravilhar-se, divertir-se, brincar com o desconhecido, arriscar hipóteses ousadas, trabalhar duro, esforçar-se e alegrar-se com descobertas (BRASIL, 1996, p. 27).

A questão da educação gira em torno da criação e da criatividade, assim sendo, a escola é, a um só tempo, espaço do conhecimento historicamente produzido pelo homem e espaço de construção de novos conhecimentos, no qual é imprescindível o processo de criação. Assim, o desenvolvimento da capacidade criativa nos alunos, inerente à dimensão artística, tem uma direta relação com a produção do conhecimento nas diversas disciplinas, incluindo a matemática. A arte concentra, em sua especificidade, conhecimentos de diversos campos, possibilitando um diálogo entre as disciplinas escolares e ações que favoreçam uma unidade no trabalho pedagógico (PARANÁ, 2008).

O trabalho em sala de aula, de todas as disciplinas, levado pelo viés da arte, pode ser mais bem sucedido do que de qualquer outra forma de ensinar. Assim, os educadores têm na arte mais um importante instrumento para a aprendizagem dos alunos, e não simplesmente mais uma matéria a ser ensinada isoladamente no currículo escolar. A aprendizagem não significa, meramente, acumulação de conhecimentos, implica uma compreensão, de forma harmônica, de como esses conhecimentos podem ser utilizados de modo a fazer a diferença no cotidiano e nas experiências vividas pelos alunos. Sendo assim, os conteúdos matemáticos, ensinados sob esse enfoque, poderão adquirir um sentido mais significativo para os alunos.

Entende-se que propiciando ao aluno momentos de reflexão e apreciação diante de produções das diferentes linguagens artísticas, das descobertas científicas, das invenções matemáticas, suave será o caminho que ele terá a

percorrer para se sensibilizar diante da beleza da própria matemática, compreendendo sua essência, processos esses ligados diretamente à intuição matemática e a experiência estética.

A relação entre matemática e arte, constituída ao longo da história, continua presente na atualidade, como já mencionado anteriormente. Esse fato é confirmado pelos muitos trabalhos desenvolvidos no Brasil e fora dele, que trazem no bojo propostas pedagógicas envolvendo essas duas disciplinas ou que de alguma forma se relacionam com o tema. Destacamos algumas delas: Cifuentes (2003, 2005, 2009, 2010, 2011), Sabba (2005), Fainguelernt e Nunes (2006), Medeiros (2006); Flores (2007), Ostrower (1998, 2010), Alves (2007), Zago (2010), Serenato (2008), Tomaz e David (2008), entre muitos outros. Esses trabalhos

dão indícios de que apesar do interesse pela arte como produção cultural não ser tão significativa no país, ao contrário do que se percebe nos países europeus, por exemplo, ainda se verifica tal preocupação em tornar interessante sua utilização no contexto escolar, com abertura para diferentes abordagens e possibilitando expressivos resultados (ZAGO, 2010, p. 25).

Fainguelernt e Nunes (2006), no livro “Fazendo Arte com a Matemática”, expõem vários momentos dessa relação ao longo da história e apresentam muitas possibilidades, do ponto de vista pedagógico, para o professor explorar e desenvolver em sala de aula.

Dessa forma, acreditamos que um ensino criador, que favoreça a integração entre a aprendizagem racional e a sensibilidade dos alunos, poderá contribuir para o exercício conjunto complementar da razão e do sonho, no qual conhecer é também maravilhar-se, divertir-se, brincar com o desconhecido, arriscar hipóteses ousadas, trabalhar duro, esforçar-se e alegrar-se com descobertas.

Espera-se que essas práticas integradoras, entre matemática e arte especialmente, tornem a apreciação da própria matemática mais prazerosa e que a aprendizagem aconteça de fato, pois é necessário e urgente reconhecer que as múltiplas relações existentes entre os saberes de nosso tempo nos sensibilizam para a complexidade que o conhecimento humano nos denuncia hoje. E isso nos

faz reconhecer o quanto são tênues as fronteiras existentes entre as descobertas científicas, as invenções matemáticas, tecnológicas, e as produções artísticas de nosso tempo.

É importante ressaltar, mais uma vez, que neste trabalho não se pretende atribuir à arte o poder que ela não tem, ou seja, ser a solução para todos os problemas envolvendo a compreensão da matemática. O que se pretende é relacionar os conceitos da arte aos da matemática. E aqueles, a partir de uma análise e uma aplicação cuidadosa, devem auxiliar no processo de ensino e de aprendizagem dos conceitos da matemática, pois ambas, matemática e arte, são atividades a serviço do ser humano na sua trajetória de construção do conhecimento, balizado pelas capacidades: razão e sensibilidade.

A arte desenvolve a percepção humana, apura o olhar, mostra os objetos cotidianos sob ângulos diferentes, proporcionando a oportunidade de refletir e modificar a maneira de se olhar o mundo. A matemática, olhada e desenvolvida por esse prisma – em conexão com a arte – pode se tornar mais humana, carregada de sensibilidade, de imaginação, de criatividade, de experiência estética e pode permitir ao ser humano uma visão mais totalitária do seu entorno e do mundo.

A arte, nesse processo de conexão com a matemática, deve ser utilizada como um catalisador de uma mudança de paradigma para a educação matemática pela arte. Um novo paradigma: que busca na experiência da sensibilidade a compreensão da matemática por meio da apreensão de sua beleza; que coloca o controle de aprendizagem nas mãos dos estudantes; e que auxilia o professor a entender que a educação matemática não é somente transmissão de conhecimento, mas processo de construção/reconstrução do conhecimento pelo estudante, como um fruto do seu próprio esforço intelectual.

A aproximação entre a matemática e a arte, que no fundo nada mais é que a aproximação entre o racional e o emocional, pode mobilizar a percepção estética como uma forma de apreender, formular e organizar, de modo harmonioso, as complexas experiências humanas, dentre as quais destacamos as experiências matemáticas.

Usualmente, associa-se a matemática com a verdade, com a lógica, com o pensar, e a arte com a beleza, com o sentir. No entanto, toda forma de arte integra sentimentos e pensamentos, o pensamento matemático em particular. Não o pensamento matemático, entendido como medidas e cálculos, mas aquele que organiza, equilibra, padroniza, harmoniza, que é expressivo a toda sensação. No caso da matemática, ela também é sentimento e pensamento, é uma forma de arte, não a arte como técnica prática, mas a que captura a sensibilidade, a intuição e a imaginação para a compreensão.

Porém, será que não é possível sentir a matemática, intuir a verdade? Não é possível também pensar a arte, raciocinar com a beleza, com o visível, adquirir conhecimento através da sensibilidade? (CIFUENTES, 2005). Essas e outras questões, que seguem nesta perspectiva, motivam os estudos interdisciplinares entre matemática e arte.

Afinal, acreditamos que a possibilidade da interdisciplinaridade entre matemática e arte reside em suas capacidades estéticas.

6.1 Em defesa da interdisciplinaridade entre matemática e arte

Matemática e arte são áreas “disciplinares” do conhecimento. Nesta seção, buscamos entender como os conhecimentos dessas duas áreas podem interpenetrar os métodos, os conceitos; como cada área pode iluminar a outra para a produção de conhecimentos.

O ensino de matemática, há muito tempo vem tendendo a um excesso de praticidade, levando em consideração apenas os aspectos lógico-conceituais (ou científicos) em detrimento dos aspectos emotivos, dos sentimentos, e precisa recuperar a parte humana que a educação matemática poderia possibilitar. A interdisciplinaridade entre estas duas áreas do saber deve possibilitar essa recuperação. Arte, entendida aqui como representante do saber sensível, saber primeiro da vida humana, e matemática, representante dos aspectos inteligíveis, racionais da vida.

Na visão de Read (2001), não há sentido distinguir arte e ciência em campos distintos, exceto quanto aos métodos. Ele acredita que a oposição criada

entre elas, no passado, é devida a uma visão limitada de suas atividades, ou seja, a arte era considerada a representação, e a ciência é a explicação da mesma realidade. Ainda, segundo Read, é um erro do nosso sistema educacional estabelecer territórios separados e fronteiras invioláveis entre as áreas do conhecimento. Suas ideias de uma educação pela arte têm como propósito um processo de integração de todas as faculdades orgânicas e mentais do ser humano. Pensamento, lógica, memória, sensibilidade, intelecto, emoções são inerentes ao ser humano e devem ser desenvolvidos de forma integrada no processo de aquisição de conhecimento.

Sobre o sistema educacional, organizado da forma como temos hoje, de forma compartimentada, Read (2001) salienta que uma coleção de disciplinas sendo desenvolvidas isoladamente, competindo entre si, é tão grotesca que não pode representar nenhum princípio de organização, além do caótico acúmulo de saberes sem sentido e para fins desconhecidos. Para ele, as disciplinas deveriam fundir-se umas as outras para construir o conhecimento, já que o processo de educação pressupõe uma integração.

A busca pelo saber, sem muita atenção para com o sentir e quase nenhuma pelo fazer, pode camuflar o clareamento da imaginação e o fortalecimento da sensibilidade. Aprender desse modo pode levar o conhecimento adquirido a permanecer numa esfera isolada, sem poder, muitas vezes, ser colocado em ação. Buscar a integração entre a matemática e a arte por meio da movimentação das capacidades que o ser humano tem para atingir o conhecimento – a razão e a emoção – é uma ação que pode ser possibilitada pela interdisciplinaridade.

Cifuentes, (2010, p. 28) citando Japiassu (1976), coloca que a “interdisciplinaridade é uma resposta à fragmentação positivista do conhecimento, procurando restabelecer o diálogo entre suas diversas áreas, visando uma síntese e não apenas uma integração”.

Nesse sentido, Duarte Jr (2010) argumenta que o modo moderno de se construir o conhecimento nos conduziu a uma espécie de doença mental coletiva, caracterizada especialmente pela visão parcializada, racional, que temos do mundo e da vida. Estamos vendo a proliferação de especialistas dotados de

conhecimentos cada vez mais exclusivos e parciais, ou seja, esses indivíduos conhecem cada vez mais de cada vez menos, com decorrente desaparecimento daquelas pessoas detentoras de uma sabedoria mais abrangente e com uma visão mais ampla do mundo no qual vivem e atuam.

Essa visão parcializada que temos do mundo e da vida é decorrente, em grande parte, de nossa sociedade industrial e tecnológica, que influencia o tipo de educação a que estamos submetidos, a qual contribui, sem contestação, para a formação de pessoas que, compartimentadas, movimentam-se entre uma vida profissional e um cotidiano sensível, cotidiano para o qual parecem não possuir o menor treinamento com base no desenvolvimento e refinamento de sua sensibilidade.

Deste modo, a figura do especialista só pode nos aparecer como alguém “manco da existência”, ou seja, alguém que investe seu tempo e energia num conhecimento altamente parcializado, o qual, além de não habilitá-lo a desempenhar com eficiência e leveza sua vida cotidiana, ainda o afasta dela de maneira progressiva, com toda a patologia individual e social decorrente do fato. Isto é: dada a crescente fragmentação do conhecimento em nossa civilização, os sistemas de ensino passaram mais e mais a investir não na formação básica do ser humano, com todas as implicações sensoriais e sensíveis que isto acarreta, mas estritamente num tipo de profissional que além de ser incentivado a se relacionar com o mundo no modo exclusivo da intelectualidade, ainda a utiliza na estreita forma de uma razão operacional, restrita e restritivamente (DUARTE JR, 2010, p. 166).

Porém, a partir da segunda metade do século XX, a interdisciplinaridade (re)surge, impulsionada pela evolução da ciência, da tecnologia e da sociedade industrial. Tornou-se uma “necessidade epistemológica, proveniente do reconhecimento da complexidade pós-moderna, que se opõe à simplicidade cartesiana” (CIFUENTES, 2010, p. 28). As demandas múltiplas e complexas do mundo contemporâneo necessitam que as fronteiras entre os diferentes saberes sejam superadas. “As ações contemporâneas requerem, muitas vezes, formas diferentes ou novas formas de pensar do ser humano, em que múltiplos olhares são reunidos para tratar de um único problema” (TOMAZ & DAVID, 2008, p. 13). Nesses múltiplos olhares implica somar saberes inteligíveis, racionais e abstratos com o saber sensível, que é fonte primeira das significações que temos e vamos emprestando ao mundo ao longo da vida.

Duarte Jr (2010, p. 127) faz uma distinção entre o inteligível e o sensível, ou, em outras palavras, entre o conhecer e o saber.

O inteligível constituindo em todo aquele conhecimento capaz de ser articulado abstratamente por nosso cérebro através de signos eminentemente lógicos e racionais, como as palavras, os números e os símbolos da química, por exemplo; e o sensível dizendo respeito à sabedoria detida pelo corpo humano e manifesta em situações as mais variadas tais como o equilíbrio que nos permite andar de bicicleta, o movimento harmônico das mãos ao fazerem soar diferentes ritmos num instrumento de percussão, o passe de um jogador de futebol que coloca, com os pés, a bola no peito de um companheiro a trinta metros de distância, ou ainda a recusa do estômago a aceitar um alimento deteriorado com base nas informações odoríficas captadas pelo nosso olfato. Conhecer, então, é coisa apenas mental, intelectual, ao passo que o saber reside também na carne, no organismo em sua totalidade, numa união de corpo e mente.

Nesse ponto de vista, a palavra saber estabelece uma relação muito próxima, de parentesco, com a palavra sabor: saber implica em saborear elementos do mundo e incorporá-los a nós, fazendo parte de nós. E esse saber, por mais racional e abstrato que pareça ser, é carregado de sentimentos, ou seja, tem sua origem nos processos sensíveis de formação da pessoa humana. O sentimento consiste no mais primitivo processo para a construção de conhecimentos. “Todo edifício de abstrações e significados que erguemos cotidianamente e tentamos manter de pé durante a vida” (DUARTE JR, 2010, p. 132) é decorrente de nossa capacidade sensível, de nossos sentimentos.

Sufocar o sentimento, a imaginação, a intuição são premissas para libertar a razão, compreendida como a detentora das “verdades”, preconizada pela ciência moderna. Porém, não há saber humano sem o envolvimento ativo, participativo, consciente ou inconsciente de nossos sentimentos, de nossa experiência estética.

A experiência estética, por conseguinte, parece constituir um elemento precioso na maturação e desenvolvimento do cérebro humano em sua atuação perante a vida. A ficção, a imaginação daquilo que ainda não é, mas poderia ser, consiste, pois, numa das mais eficazes ferramentas de que dispõe a humanidade para a criação do saber. Ao se dirigirem diretamente ao nosso corpo, os processos biológicos que têm a ver com o que denominamos sentimento – a nossa sensibilidade – podem nos propiciar melhores condições para sentir,

interpretar e compreender este mundo no qual vivemos. A experiência estética, enquanto apreensão do belo pode constituir uma das mais básicas e fundamentais vivências do existir humano (DUARTE JR, 2010).

Logo, é essencial uma educação mais abrangente, um sistema de ensino que leve em consideração não só os aspectos lógico-conceituais do saber, mas considere também o saber sensível e o estético. É necessário controlar a tensão constante entre a razão, caracterizada pelos modos lógico-conceituais de se conceber significações e a emoção, caracterizada pelos domínios do sensível, reino sobre o qual se assenta a existência de todos nós, humanos. É necessário que se estabeleça um equilíbrio, ainda que às vezes precário, entre o saber sensível e o conhecimento racional.

É preciso, portanto, não apenas recolocar o ser humano no centro de nossas considerações, especialmente pedagógicas, mas ainda e principalmente alargar o conceito para que ele possa tomar sua real dimensão, transcendendo os estreitos limites do conhecimento, preconizado pela moderna ciência, que o faz se identificar com a racionalidade científica e utilitarista. Há que se considerar uma educação, também, senão como fonte primeira, ao menos na sua dimensão imaginativa, emotiva. A sensibilidade do indivíduo constitui, assim, o ponto de partida para nossas ações educacionais com vistas à construção de uma sociedade mais justa e fraterna, que coloque a instrumentalidade da ciência e da tecnologia como meio e não um fim em si mesma.

Pois, como já foi dito, o conhecimento, especialmente o científico,

desligou-se de percepções harmônicas do mundo, de percepções que levavam em conta os sentidos diários do homem comum ou, ao menos, a ele se ligavam ou lhe faziam referência. Evidentemente, o conhecimento ampliou tanto os seus domínios, para regiões tão distantes quanto imensas, tão minúsculas quanto invisíveis, que uma referência direta sua à vida cotidiana parece ser mesmo coisa impossível (DUARTE JR, 2010, p. 167).

Buscar o conhecimento, estimulando a sensibilidade, pode ser uma forma de ampliar a visão de mundo e adquirir maior capacidade criativa. Tomar o sensível como fundamento de um processo pedagógico, não apenas para crianças e jovens, em níveis elementares da educação, mas ser estendido ao

longo de toda vida adulta, podendo ser um significativo incremento na qualidade de vida dos indivíduos e da sociedade como um todo.

Em larga medida, a nossa vida diária se pauta nos saberes sensíveis de que dispomos. Movemo-nos entre as qualidades do mundo, constituídas por cores, odores, gostos e formas, interpretando-as racionalmente e delas nos valendo para nossas ações.

Nesse processo, mesclam-se

lógica e sensibilidade, razão e sentimento, conceito e estesia [o saber sensível], num caldeirão fumegante de novas ideias, novas percepções, novos olhares sobre o mundo e a vida. O que constitui clara indicação de que a educação centrada sobre faculdades humanas isoladas, como o intelecto ou a sensibilidade, só podem mesmo resultar em indivíduos dotados de um profundo e básico desequilíbrio: ao sensível e ao inteligível devem ser propiciadas condições equânimes de desenvolvimento, sob pena da produção de seres humanos arraigadamente desequilibrados, como soe acontecer nos dias em que vivemos (DUARTE JR, 2010, p.169).

Assim, ainda, segundo Duarte Jr (2010), a educação da sensibilidade, o processo de se conferir atenção aos nossos modos sensíveis de adquirir conhecimento, vai se afigurando fundamental não apenas para uma vivência mais íntegra e plena do cotidiano, como parece ainda ser importante para os próprios profissionais da filosofia e da ciência, os quais podem ganhar muito em criatividade no âmbito de seu trabalho, por mais racionalmente “técnico” que este possa parecer. Uma educação que reconheça o fundamento sensível de nossa existência e a ele dedique a devida atenção, propiciando o seu desenvolvimento, estará, por certo, tornando mais abrangente e sutil a atuação dos mecanismos lógicos e racionais de operação de consciência humana.

Assim, formular uma proposta de “Educação Matemática pela Arte” pressupõe movimentarem-se e integrarem-se os modos sensíveis e lógicos de adquirir conhecimentos. A matemática, representada pela lógica e a arte, representada pela sensibilidade, caracterizam “um protótipo de relação interdisciplinar. A própria educação matemática é um empreendimento interdisciplinar” (CIFUENTES, 2010, p. 30).

A matemática inserida em um contexto interdisciplinar pode levar o aluno a compreender e a se apropriar da própria matemática, concebida como um

conjunto de resultados, procedimentos, algoritmos etc., e, da mesma forma, deve-se construir, por intermédio desse conhecimento, valores e atitudes de natureza diversa, visando a formação integral do ser humano; essa concepção pode, ainda, favorecer o desenvolvimento da sensibilidade, da criatividade, da imaginação, da intuição, da percepção, da concentração, fatores imprescindíveis para a construção e compreensão de conceitos matemáticos e de arte.

O sensível, característica primeira da arte, e o inteligível, representante oficial da matemática, num contexto interdisciplinar, devem caminhar ombreados no desvendar dos mistérios e maravilhas da existência. O sensível e o inteligível são duas formas que se complementam na construção de conhecimentos. Porém, o modelo científico moderno ousa apartar o sensível do inteligível, colocando todo seu esforço educacional em favor do segundo, furtando-nos assim o prazer do saborear enquanto componente do processo de construção de conhecimentos. “A glacialidade implícita nos métodos científicos para a obtenção do conhecimento (quantitativo) só pode, pois, congelar os sentidos, e esse frio epistemológico vai progressivamente anestesiando nossa capacidade de perceber que o fruir das coisas e dos acontecimentos constitui a maneira mais básica que temos de sabê-los” (DUARTE JR, 2010, p.195).

Nesse sentido, buscamos para a educação matemática pela arte, na relação entre matemática e arte, formas mais sensíveis para obter uma visão de mundo mais abrangente.

Passar do conhecimento matemático à educação matemática é passar do conceito ao ato, o ato gerador de conhecimento. Um princípio de natureza epistemológica devemos assumir: do ponto de vista da procura da unidade, a ciência não apenas consiste de princípios e leis senão também de valores, e é missão de toda educação abordá-los. Toda visão de mundo, além de ser um conhecimento sobre ele, é também uma atitude diante dele. Nesse sentido, a educação matemática deve incorporar mecanismos para promover essa atitude. A interdisciplinaridade, quando bem entendida, é uma possibilidade (CIFUENTES, 2010, p. 28).

A relação integradora entre matemática e arte pode promover algo mais que uma sensibilidade acurada e refinada ao lado de uma razão exercida no modo instrumental, técnica. Antes, ela precisa remeter a uma mudança de atitude, tanto dentro como fora do âmbito escolar, precisa levar a um enriquecimento da

vida, a ser vivida de maneira mais plena e consciente, com as diversas manifestações do saber humano presente e atuando de forma conjunta.

A interdisciplinaridade fomenta o diálogo entre as disciplinas envolvidas, no nosso caso, entre matemática e arte. Mas, esse diálogo deve ser tomado no sentido de dialética, próprio de um processo dinâmico, no qual as ideias são movimentadas, e os conceitos, as metodologias, os modelos são integrados em uma fusão que visa (re)significações (CIFUENTES, 2010).

A interdisciplinaridade também pode ser considerada uma tendência romântica, no sentido da estética do romantismo, à superação dos limites fronteiriços entre os diferentes campos do saber. É uma vontade de poetizar toda a disciplina, valorizando em todos os âmbitos as capacidades cognitivas da poesia, por exemplo, através de metáforas, especialmente, a matemática (CIFUENTES, 2010).

Assim, contra essa insensibilidade presente nos dias atuais que se deve muito à mitificação da ciência moderna, a qual, com sua atitude epistemológica de distanciamento e neutralidade, veio a se tornar a construtora por excelência das verdades de que dispomos, recorreremos a interdisciplinaridade. Esta surge sob a forma de um tríplice protesto:

a) contra um saber fragmentado em migalhas pulverizado numa multiplicidade crescente de especialidades, em que cada uma se fecha como que para fugir ao verdadeiro conhecimento; b) contra o divórcio crescente, ou esquizofrenia intelectual entre uma universidade cada vez mais compartimentada, dividida, subdividida setORIZADA e subsetORIZADA, e a sociedade em sua realidade dinâmica e concreta, onde a “verdadeira vida” sempre é percebida como um todo complexo e indissociável. Ao mesmo tempo, porém, contra essa própria sociedade, na medida em que ela faz tudo o que pode para limitar e condicionar os indivíduos a funções estreitas e repetitivas, para aliená-los de si mesmos, impedindo-os de desenvolverem e fazerem desabrochar as suas potencialidades e aspirações mais vitais; c) contra o conformismo das situações adquiridas e das “idéias recebidas” ou impostas (JAPIASSU, 1976, p. 43).

Do ponto de vista escolar, a interdisciplinaridade pode ser tomada numa concepção bem ampla, entendida como “qualquer forma de combinação entre duas ou mais disciplinas com vista à compreensão de um objeto a partir da confluência de pontos de vistas diferentes e tendo como objetivo final a

elaboração de uma síntese relativamente ao objeto comum” (POMBO, GUIMARÃES & LEVY, 1994, p. 13).

Para Fazenda (1993, p. 31), interdisciplinaridade caracteriza-se

pela intensidade das trocas entre especialista e pela integração das disciplinas num mesmo projeto de pesquisa [...] em termos de interdisciplinaridade ter-se-ia uma relação de reciprocidade, de mutualidade, ou melhor dizendo, um regime de co-propriedade, de interação, que irá possibilitar o diálogo entre os interessados. A interdisciplinaridade depende então, basicamente, de uma mudança de atitude perante o problema do conhecimento, da substituição de uma concepção fragmentária pela unitária do ser humano.

Em outra obra, Fazenda coloca que a metodologia interdisciplinar requer

uma atitude especial ante o conhecimento, que se evidencia no reconhecimento das competências, incompetências, possibilidades e limites da própria disciplina e de seus agentes, no conhecimento e na valorização suficientes das demais disciplinas e dos que a sustentam. [...] A metodologia interdisciplinar parte de uma liberdade científica, alicerça-se no diálogo e na colaboração, funda-se no desejo de inovar, de criar, de ir além e suscita-se na arte de pesquisar, não objetivando apenas a valorização técnico-produtiva ou material, mas sobretudo, possibilitando um acesso humano, no qual desenvolve a capacidade criativa de transformar a concreta realidade mundana e histórica numa aquisição maior de educação em seu sentido lato, humanizante e libertador do próprio sentido de ser no mundo (1994, p. 69-70).

Logo, para que ocorra a interdisciplinaridade é necessário estabelecer transferências de saberes de uma disciplina para outra, manter um diálogo constante entre as disciplinas e entre os envolvidos no processo de ensino e de aprendizagem. O “diálogo deve colocar o universo das pessoas em pauta e fazer dele seu universo temático; dessa forma pode-se ter uma educação que leve à emancipação” (FREIRE, 1972, p. 14). Aos educadores cabe a tarefa de romper com a barreira da disciplinarização a partir de uma reflexão sobre sua prática.

A metodologia interdisciplinar irá exigir de nós uma reflexão mais profunda e mais inovadora sobre o próprio conceito de ciência e de filosofia, obrigando-nos a desinstalar-nos de nossas posições acadêmicas tradicionais, das situações adquiridas, e a abrir-nos para perspectivas e caminhos novos. Exigirá de nós que reformulemos nossas estruturas mentais, que desaprendamos muitas coisas, que desconfiemos das cabeças bem ‘arrumadas’, pois, em geral, são bastante ‘desarrumadas’, tendo necessidade de nova ‘rearrumação’ (JAPIASSU, 1976, p. 42).

Assim, um trabalho interdisciplinar na sala de aula ultrapassa as barreiras disciplinares, resultando num trabalho cooperativo e reflexivo, no qual professores/alunos, professores/professores e alunos/alunos se inserem num processo de investigação, tornando-se atores e autores do processo de aprendizagem.

Porém, devemos considerar o aluno, nesse processo, como um indivíduo pleno, integral. Alguém que, além de não ter negado a captação sensível do mundo em favor de um conhecimento descarnado e racionalista, também precisa aprender a encontrar o equilíbrio entre uma razão universal, abstrata, e aquelas verdades locais da comunidade onde vive, devendo articular essas verdades às da cultura do mundo. Partir da realidade da qual fazemos parte, permitir sentir o ambiente imediato e voltar a atenção para o “pequeno saber” detido pelos membros da cultura local, pode se constituir num sólido ponto de partida para a construção de conhecimentos e para pesquisas científicas especializadas. A valorização desse contato com o saber comum, histórico, tradicional, precisa ser considerada uma urgente missão da educação, não só com vistas à sua preservação, mas ainda para que tal saber possa ser aperfeiçoado e sofrer aprimoramentos.

Buscar o universal no particular, e vice-versa, parece constituir, pois, o grande desafio da educação contemporânea, tarefa para a qual esta não deve e não pode lançar mão apenas dos procedimentos estreitos e parciais permitidos pelo conhecimento lógico-conceitual, mas também ampliar sua área de atuação para os domínios corporais e sensíveis que nos são dados com a existência. O que implica, necessariamente, num confronto com o esquema traçado pela moderna sociedade industrial, a qual colocou a educação formal a seu serviço e sob o jugo de seus interesses. Desta forma, a recuperação de um sujeito integral, nos dias que correm, acaba não acontecendo sem um certo embate com as diretrizes traçadas pelo sistema escolar, sempre vigilantes em prol da inculcação daquela forma de conhecimento parcializada, mas que atende aos ditames da demanda do mercado, esse Todo-Poderoso deus contemporâneo (DUARTE JR, 2010, p. 172).

A matemática como atividade científica, vem, há muito tempo, servindo de ideal de objetividade, pelo qual, pretensamente, possa dotar pessoas de um conhecimento exato e preciso acerca do mundo. Porém, a vida humana, em seu desenrolar cotidiano, carrega bem pouco de rigoroso ou de científico. Ela é feita substancialmente de impressões e estimulações sensoriais, de sentimentos, às

quais tentamos colocar alguma ordem através do pensamento conceitual. A arte, com todas as suas capacidades, consiste no estabelecimento de bases mais amplas e robustas, pautadas na sensibilidade para a criação de saberes abrangentes e organizadamente integrados, que se estendam desde a vida cotidiana até os sofisticados laboratórios de pesquisa.

A interdisciplinaridade entre matemática e arte, defendida neste trabalho, pressupõe, primordialmente, educar a sensibilidade. Exige-se, para tanto, um esforço educacional que oriente, que aceite e reconheça como saberes e conhecimentos muito mais do que daquilo que são fornecidos pela ciência. Ainda, que carregue em si mesmo, em termos de métodos e parâmetros, aquela sensibilidade necessária para que a dimensão sensível dos alunos seja despertada e desenvolvida.

A educação matemática pela arte precisa ser suficientemente sensível para perceber os apelos que partem daqueles a ela submetidos, mais precisamente de seus corpos, com suas expressões de alegria e desejos, de dor e tristeza, de prazer e desconfiança. É preciso, para tanto, que estejamos dispostos a alterar a nossa escala de valores, que ora coloca em primeiro plano a instrumentalidade cartesiana própria da ciência, da matemática, em detrimento de saberes baseados nos sentimentos.

Uma educação sensível, uma educação pela arte, uma educação matemática pela arte pode ser levada a efeito por meio de educadores, cujas sensibilidades tenham sido desenvolvidas e cuidadas; tenham sido trabalhadas como fonte primeira dos saberes e conhecimentos que se pode obter acerca do mundo. Dessa forma, a tarefa de sensibilizar e desenvolver os sentidos, fazendo-se acompanhar de uma visão criticamente filosófica de seu papel na obtenção do saber, compete primordialmente aos cursos de formação de professores, às licenciaturas levadas a efeito no âmbito do ensino superior e aos cursos de formação continuada, promovidos também por instituições de ensino superior, e além de outras que tenham essa função. Uma tarefa, sem dúvida, difícil e árdua, pelo comprometimento atual de tais instituições com a mentalidade instrumental e utilitária estabelecida pelo mercado (DUARTE JR, 2010).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A experiência estética é totalmente cognitiva e racional, assim como a experiência matemática, que envolve aprendizagem, compreensão, sentimentos e racionalidade. Há possibilidades poderosas e humanamente importantes de se aprender matemática a partir das características da arte. Com o exercício da arte e o fazer matemática, o homem amplia sua capacidade de observar, indagar, analisar, questionar, selecionar, ordenar, associar, sentir, intuir, imaginar e criar.

É nesse sentido que o texto “Educação Matemática pela Arte: uma Defesa da Educação da Sensibilidade no Campo da Matemática” foi construído. Este trabalho mostra aos educadores matemáticos uma aproximação filosófica e estética do tema tratado, assim como procura fundamentar o papel da arte – entendida aqui como forma de conhecimento – na Educação Matemática, salientando suas características qualitativas e estéticas. Ao mesmo tempo, reúne subsídios para uma discussão sobre as implicações pedagógicas nesse processo.

A pesquisa apresentou dois problemas: 1) de ordem epistemológica: como a arte pode ser fonte de conhecimento para a matemática visando seu ensino? e 2) de ordem metodológica: como e em que medida a arte pode contribuir para uma metodologia de ensino de matemática que incorpore aspectos da estética da matemática?

Dando alguns direcionamentos às questões levantadas, podemos entender, do ponto de vista epistemológico, os aspectos da arte que foram salientados neste trabalho, por exemplo: a imaginação, a intuição, a criação, a sensibilidade, entre outros, e que podem ser considerados fontes de conhecimento para a matemática. Do ponto de vista metodológico, buscamos, na concepção de arte que Herbert Read apresenta em suas obras, salientando a espontaneidade, a liberdade de expressão, dentre as muitas capacidades importantes que a arte pode estimular no ser humano. Essa espontaneidade e liberdade na criação artística podem favorecer, também, o ensino e a compreensão da matemática, por meio de processos de visualização. Nesse aspecto, destacamos a necessidade de aprofundar e ampliar a relação interdisciplinar entre a matemática e a arte.

Lidamos constantemente com contradições entre o qualitativo e o quantitativo. Enquanto o conhecimento na ciência, em especial na matemática, lida com significações, o filosófico lida também com sentidos, estando estes mais do lado da razão poética: subjetiva, interpretativa, valorativa, do que da razão científica: objetiva, universal, neutra. Nesse sentido, partimos da constatação de que o conhecimento científico e o filosófico são complementares na compreensão da realidade, inclusive da realidade matemática, sendo a experiência o ingrediente fundamental na construção de conhecimentos (CIFUENTES, 2010).

Para a construção de conhecimentos, neste texto, tratamos de olhar para o indivíduo como uma pessoa inteira, com os seus pensamentos, os seus sentimentos e as suas experiências. Além dos aspectos cognitivos, intelectivos, racionais, os aspectos emotivos, em especial a sensibilidade, devem ser considerados, permitindo às pessoas maior alargamento da consciência, imaginação e espírito de aventura. Em geral, para justificar nossos pensamentos, nossos sentimentos e nossas ações, atribuímos a eles razões que se referem não a acontecimentos ininteligíveis, misteriosos e subjetivos, mas a características objetivas de nosso modo de ser e fazer. A razão segue os sentidos. Na matemática e na arte encontram-se duas das contribuições mais valiosas para a formação integral do ser humano: o racional e o emocional. O racional – o concreto – busca nos sentimentos formas de libertar-se da abstração.

Razões esclarecedoras podem demonstrar o caráter e a qualidade da expressão de sentimentos e, portanto, o caráter e a qualidade de sentimentos em si mesmos. Desse modo, raciocinar sobre as características das artes pode proporcionar uma possibilidade de sentimentos mais ricos e expressivos, não só sobre as artes, sobre a educação, sobre a matemática, sobre a educação matemática, mas também sobre a própria vida, pois as contribuições tanto da arte como da matemática, muitas vezes, sem se perceberem, de modo análogo, ajudam a modificar e organizar a consciência humana, por meio do simples exercício da liberdade de pensamento, difusão da experiência e dos recursos sensitivos próprio da pessoa.

Se a busca de “verdades” se dá por meio de processos que privilegiam regularidades, raciocínios lógicos, entre outros aspectos do paradigma de

cientificidade, a verdade estética baseia-se, assim, na cognição sensível, e a cognição sensível é uma verdade porque estabelece ordem na variedade. Considerando que pelo raciocínio lógico as ideias se concentram apenas num ou poucos aspectos, e pela cognição sensível, ou seja, por meio da estética, elas se apresentam sob uma forma mais poética, com maior riqueza, clareza e vivacidade, temos como conclusão que as ideias requerem e consistem numa variedade de aspectos ou variáveis.

Por fim, o raciocínio lógico, como aspecto do paradigma de cientificidade, especialmente na matemática, pode apenas proporcionar uma parte limitada da verdade, a qual pode, porém, ser completada pela cognição sensível, através dos aspectos e capacidades do campo das artes. Ambos os aspectos, combinados, podem alcançar o modo mais elevado de verdade.

O conhecimento científico, especialmente o conhecimento matemático tratado no texto, procura mostrar que fazer matemática é lidar com as manifestações, também e primordialmente, do mundo sensível; é uma atividade, é uma forma de pensar, é um movimento, e para tal, exige múltiplos olhares. A matemática como foi apresentada no texto não é só razão, mas é o encontro dela com a emoção.

Baseados nas obras “A Redenção do Robô: meu Encontro com a Educação através da Arte” e “Educação pela Arte”, de Herbert Read, complementadas pelas obras “Fundamentos Estéticos da Educação” e “O Sentido dos Sentidos: a educação (do) Sensível”, de João Francisco Duarte Junior, procuramos mostrar, ao longo deste trabalho, que é possível sentir a matemática e intuir a verdade; que é possível pensar a arte, raciocinar com a beleza, com o visível, e adquirir conhecimentos por meio dos sentimentos, dos sentidos. Nesses aspectos residem (e são motivos para ampliar) os estudos interdisciplinares entre matemática e arte, ou melhor, entre a matemática e a estética. Nesse sentido, recorreremos ao valor pedagógico e epistemológico do recurso da visualização, considerada como um mecanismo de expressão da linguagem visual e do raciocínio visual.

Em favor de uma elaboração de uma estética da matemática e de um modo de compreendê-la, recorreremos, no texto, às ideias de Cifuentes (2003,

2005, 2010, 2011), que introduz os primeiros passos na elaboração dessa estética por meio da construção de um vocabulário visual adequado. Cifuentes destaca o contexto, o contraste, a contextualização, a simplicidade, entre outros aspectos estéticos dessa ciência – a matemática – que também são provenientes da arte e que são ingredientes importantes para a sua compreensão.

Logo, concluímos que a matemática, como tarefa educacional, tem mais implicações que as tarefas que praticamos usualmente. Ela é a confluência entre o saber sensível e o intelectual. É razão e, ao mesmo tempo, é emoção. Ela é capaz de estar junto à problemática da comunicação humana, especialmente quando se concorda que o conhecimento não está ainda inteiramente e somente em textos científicos, mas pertencem a um mundo adisciplinar e cuja primeira toma é interdisciplinar, quando os diálogos têm de reinventar objeções, a partir de intersubjetivações (DETONI, 2010).

O “processo [pedagógico], assim como o vital, é um permanente vir a ser” (PEREIRA, 1982, p. 12), carregado de razão e sensibilidade. Assim, o texto “Educação Matemática pela Arte: uma Defesa da Educação da Sensibilidade no Campo da Matemática” não se encerra nestas páginas, está aberto para análises, críticas e questionamentos dos leitores, pois questionar e provocar questionamentos são, também, um dos objetivos deste trabalho. Nesse sentido, abrem-se perspectivas para futuras pesquisas no que se refere, tanto à ampliação e aprofundamento do assunto abordado no trabalho, quanto a novas pesquisas tangenciando o tema.

E para tal, podemos indicar alguns caminhos: “A arte como Instrumento na Educação Matemática: o Método Estético”; “Como Estabelecer uma Aproximação entre as ideias de Bachelard, Herbert Read e Duarte Junior?”; “Educação Matemática pela Arte na Educação Infantil”; “Propostas de Experiências Práticas sobre o Ensino de Matemática pela Arte”; “Funções Pedagógicas da Arte na Educação Matemática pela Arte”; “Aspectos Estéticos para a Elaboração de uma Estética da Matemática”, entre muitas outras.

Por fim, buscamos, na pesquisa, ressaltar, apresentar argumentos, defender a necessidade de estabelecer relações entre matemática e arte e a importância de buscar o conhecimento matemático por meio dos processos que

envolvem, além da razão, também a sensibilidade no campo da matemática, processos esses que estão diretamente relacionados com a intuição, a imaginação e a criatividade.

Mais do que educar para a sensibilidade, para a intuição, defendemos a importância de oportunizar a experiência estética e permitir essa sensibilização a partir de tal experiência. Isso porque a matemática não é só um saber, é um fazer, é uma atividade. O raciocínio é uma atividade do pensamento. Mais importante do que “saber” matemática é dar a possibilidade de estimular o pensamento matemático. Nesse sentido, a arte, com suas capacidades, pode intervir e fortalecer o desenvolvimento do pensamento matemático. Arte, entendida aqui não como uma técnica, mas como forma de pensar, que busca a experiência do sensível e que tem por finalidade despertar o sentimento do prazer e da experiência estética no campo da matemática.

Esperamos que as ideias apresentadas neste texto possam contribuir no desenvolvimento do trabalho dos educadores matemáticos, fornecendo uma fundamentação teórica para reflexões acerca da relação matemática e arte, ou melhor, entre a matemática e a estética, bem como abrir horizontes de possibilidades pedagógicas para a “Educação Matemática pela Arte”.

REFERÊNCIAS

- ALVES, Maira L. **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.
- ALVES, Rubem. **O enigma da religião**. Petrópolis: Vozes, 1975.
- ANTUNES, Celso. **Jogos para a estimulação das múltiplas inteligências**. Petrópolis: Vozes, 1998.
- BACHELARD, Gaston. **A formação do espírito científico**: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Trad. Estela dos Santos Abreu. 5ª ed. Rio de Janeiro: Contraponto, 2005.
- BARBOSA, Ana M. **Arte-Educação no Brasil**: das origens ao modernismo. São Paulo: Perspectiva/Secretaria da Cultura, Ciências e Tecnologia do Estado de São Paulo, 1978.
- _____. **Tópicos utópicos**. Belo Horizonte: C/Arte, 1998.
- _____. **A imagem no ensino de arte**. 5ª ed. São Paulo: Perspectiva, 2004.
- _____. **Arte/Educação contemporânea**: Consonâncias Internacionais. 3ª ed. São Paulo: Cortez, 2010.
- BERNIS, Jeanne. **A imaginação**: do sensualismo epicurista à psicanálise. Trad. Álvaro Cabral. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1987.
- BICUDO, Maria A. V.; GARNICA, Antonio V. M. **Filosofia da Educação Matemática**. 3ª ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2006.
- BILL, Max. O pensamento na arte de nosso tempo. In: AMARAL, Aracy (org). **Projeto construtivo brasileiro na arte**. Rio de Janeiro: Funarte, 1977.
- BRASIL, Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: introdução aos parâmetros curriculares nacionais / Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEE, 1996.
- CARAÇA, Bento J. **Conceitos fundamentais da matemática**. 6ª ed. São Paulo: Grativa, 2005.
- CIFUENTES, José C. Fundamentos estéticos da matemática: da habilidade à sensibilidade. In: BICUDO, M. A. V. (Org). **Filosofia da Educação Matemática**: concepções e movimento. Brasília: Editora Plano, 2003.

_____. Uma via estética de acesso ao conhecimento matemático. **Boletim GEPEM**, Rio de Janeiro, n. 46, p. 55-72, 2005.

_____. O conhecimento qualitativo numa epistemologia da educação científica e matemática. In: **Anais do IV Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática** – SIPEM. Brasília: UC, CD-Rom, 2009.

_____. Do conhecimento matemático à Educação Matemática: uma “Odisséia Espiritual”. In: CLARETO, Sônia M.; DETONI, Adlai R.; PAULO, Rosa M. (orgs). **Filosofia, Matemática e Educação Matemática**: compreensões dialogadas. Juiz de Fora: Editora UFJF, 2010.

_____. **O “Salto Arquimediano”**: um processo de ruptura epistemológica no pensamento matemático. *Scientiae Studia* (USP), vol. 9, 2011.

CIFUENTES, José. C.; NEGRELLI, Leônia. G.; ESTEPHAN, Violeta. M. Apreciar la Matemática vs. Comprender la Matemática: un debate didáctico. In: **Anais da V Reunión de Didáctica Matemática del Cono Sur**, Santiago, Chile, 2000. Publicado em CD-ROM.

D'AMBROSIO, Ubiratan. Priorizar História e Filosofia da Matemática na Educação. In. **Anais da XIII Conferência Interamericana de Educação Matemática – Ciaen**. Recife, 2011. Publicado em CD-ROM.

DETONI, Adlai R. Matematizar é humano. In: CLARETO, Sônia M.; DETONI, Adlai R.; PAULO, Rosa M. (orgs). **Filosofia, Matemática e Educação Matemática**: compreensões dialogadas. Juiz de Fora: UFJF, 2010.

DEWEY, John. **Vida e educação**. São Paulo: Melhoramentos, 1978.

_____. **Experiência e educação**. São Paulo: Editora Nacional, 1971.

DUARTE JR, João F. **Fundamentos Estéticos da Educação**. 8ª ed. Campinas: Papyrus, 2005.

_____. **Por que arte-educação?** 6ª ed. Campinas: Papyrus, 1991.

_____. **O que é beleza?** São Paulo: Brasiliense, 2003.

_____. **O sentido dos sentidos**: a educação (do) sentido. 5ª ed. Curitiba: Criar Edições, 2010.

EFLAND, Arthur D. Imaginação na cognição: o propósito da arte. In: BARBOSA, Ana M. **Arte/Educação Contemporânea**: consonâncias internacionais. 3ª ed. São Paulo: Cortez, 2010.

FAIGUELERNT, Estela K.; NUNES, Kátia R. **Fazendo arte com a matemática**. Porto Alegre: Artmed, 2006.

FAZENDA, Ivani C. **Interdisciplinaridade**: um projeto em parceria. 5ª ed. São Paulo: Loyola, 2002.

_____. **Interdisciplinaridade**: história, teoria e pesquisa. Campinas: Papirus, 1994.

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

_____. **Geometria e Visualização**: desenvolvendo a competência heurística através da reconfiguração. 1997. 152f. Dissertação (Mestrado em Educação: Educação e Ciência). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2004.

FREUDENTHAL, Hans. **Mathematics as an Educational Task**. Dordrecht: D. Reidel Publishing Company, 1973.

GALTON, Francis. **Inquiries into Human Faculty and its Development**. 2ª ed. Londres: Everyman, 1907.

GERÔNIMO, João R.; FRANCO, Valdeni. **Geometria plana e espacial**: um estudo axiomático. 2ª ed. Maringá: Eduem, 2010.

HUIZINGA, Johan. **Homo Ludens**: o jogo como elemento da cultura. 6ª ed. São Paulo: Perspectiva, 2010.

HUNTLEY, H. E. **A divina proporção**: um ensaio sobre a beleza na matemática. Trad. Luís Carlos Ascêncio Nunes. Brasília: UnB, 1985.

JAPIASSU, Hilton. **Interdisciplinaridade e patologia do saber**. Rio de Janeiro: Imago, 1976.

KALEFF, Ana M. **Vendo e Entendendo Poliedros**. Niterói: EDUNFF, 2003.

LEIVAS, José C. P. **Imaginação, Intuição e Visualização**: a riqueza de possibilidades da abordagem geométrica no currículo de curso de licenciatura de matemática. 2009. 294f. Tese (Doutorado em educação: Educação Matemática). Universidade Federal do Paraná, Curitiba/PR.

LIMA, Elon L.; CARVALHO, Paulo C. P.; WAGNER, Eduardo; MORGADO, Augusto C. **A Matemática do Ensino Médio**. Coleção do Professor de Matemática. 5ª ed. v. 2. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Matemática, 2004.

LORENSATTI, Edi J. C. Linguagem matemática e Língua Portuguesa: diálogo necessário na resolução de problemas matemático. **Conjectura**, v. 14, n. 2, maio/ago. 2009, Caxias do Sul.

LOWENFELD, Viktor; BRITTAIN, W. Lambert. **Desenvolvimento da capacidade criadora**. São Paulo: Mestre Jou, 1977.

LUCKESI, Cipriano C. Desenvolvimento dos estados de consciência e ludicidade. In: _____ (org.). **Cadernos de Pesquisa**, Núcleo de FAGED/UFBA, vol. 2, n. 21, 1998, p. 9-25.

_____. Educação, ludicidade e prevenção das neuroses futuras: uma proposta pedagógica a partir da Biossíntese. In: _____ (org.) **Ludopedagogia – Ensaio 1: Educação e Ludicidade**. Salvador: Gepel, 2000.

MAFFESOLI, Michel. **O conhecimento comum**: compêndio de sociologia compreensiva. São Paulo: Brasiliense, 1988.

MERLEAU-PONTY, Maurice. **Fenomenologia da percepção**. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1971.

MEDEIROS, Adriana Paula de. **Arte e matemática no ensino fundamental**: um estudo sobre a relação da geometria e da arte. São Paulo: UNIMESP, 2006.

MIORIN, Maria Â. **Introdução à História da Educação Matemática**. São Paulo: Atual, 1998.

MOURA, M. O. A séria busca no jogo: do lúdico na matemática. In: KISHIMOTO, Tizuco M. (org.). **Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação**. São Paulo: Cortez, 1996.

OSINSKI, Dulce R. B. **Ensino da Arte: os pioneiros e a influência estrangeira na Arte-educação em Curitiba**. 1998. 339f. Dissertação (Mestrado em Educação: Currículo). Universidade Federal do Paraná, Curitiba/PR.

_____. **Arte, História e Ensino**: uma trajetória. 2ª ed. São Paulo: Cortez, 2002.

OSTROWER, Fayga. **A Sensibilidade do Intelecto**. Rio de Janeiro: Elsevier, 1998.

_____. **Criatividade e processos de criação**. Petrópolis: Vozes, 2010.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação – SEED. **Diretrizes Curriculares de Matemática para a Educação Básica**. Curitiba: SEED, 2008.

PEREIRA, Maria L. M. (org). **A Arte como Processo na Educação**. 2ª ed. Rio de Janeiro: FUNARTE, 1982.

PILLAR, Analice D. Leitura e releitura. In: _____. **A Educação do olhar no ensino das artes**. 4ª ed. Porto Alegre: Mediação, 2006.

POMBO, Olga, QUIMARÃES, Henrique M. LEVY, T. **A interdisciplinaridade reflexão e experiência**. 2ª ed. Lisboa: Texto, 1994.

PROVIDÊNCIA, Natália B. **Matemática ou mesas, cadeiras e canecas de cerveja**. 2ª ed. Lisboa: Gradiva, 2001.

READ, Herbert. **A redenção do robô: meu encontro com a educação através da arte**. Trad. Fernando Nuno. São Paulo: Summus, 1986.

_____. **Educação pela arte**. Trad. Valter Lellis Siqueira. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

REGAL, Paulo H.; RICK, Gustavo A. Desenho e Re-significação. In: VII International Conference on Graphics Engineering for Arts and Desing. **Proceedings**, Curitiba, 2007.

SABBA, Cláudia G. **Reencantando a matemática por meio da arte: olhar humanístico-matemático de Leonardo da Vinci**. 2005. 255f. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade de São Paulo, São Paulo/SP.

SERENATO, Liliana. J. **Aproximações Interdisciplinares entre Matemática e Arte: resgatando o lado humano da matemática**. 2008. 154f. Dissertação (Mestrado em Educação: Educação Matemática). Universidade Federal do Paraná, Curitiba/PR.

SKOVSMOSE, Ole. **Educação Crítica: incerteza, matemática, responsabilidade**. São Paulo: Cortez, 2007.

_____. **Educação Matemática crítica: a questão da democracia**. São Paulo: Papyrus, 2001.

TEUBER, Mauren. **Reflexos e Reflexões sobre a Proposta Triangular no Ensino da Arte nas Escolas Municipais de Curitiba de 5ª a 8ª séries**. 2007. 182f. Dissertação (Mestrado em Educação: Cultura, Escola e Ensino). Universidade Federal do Paraná, Curitiba/PR.

TOMAZ, Vanessa. S.; DAVID, Maria. M. M. S. **Interdisciplinaridade e aprendizagem da Matemática em sala de aula**. Belo Horizonte: Autêntica, 2008.

ZAGO, H. S. **Ensino. Geometria e Arte: um olhar para as obras de Rodrigo de Haro**. 2010. 104f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC.