

**MATEMÁTICA E ARTE, UM DIÁLOGO POSSÍVEL:
TRABALHANDO ATIVIDADES INTERDISCIPLINARES NO
9º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL**

Rosiney de Jesus Ferreira

Juiz de Fora (MG)
Dezembro, 2015

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
Pós-Graduação em Educação Matemática
Mestrado Profissional em Educação Matemática

Rosiney de Jesus Ferreira

**MATEMÁTICA E ARTE, UM DIÁLOGO POSSÍVEL:
TRABALHANDO ATIVIDADES INTERDISCIPLINARES NO
9º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL**

Orientador: Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Jr.

Dissertação de Mestrado apresentada
ao Programa de Mestrado Profissional
em Educação Matemática, como parte
dos requisitos para obtenção do título de
Mestre em Educação Matemática.

Juiz de Fora (MG)

Dezembro, 2015

Rosiney de Jesus Ferreira

**MATEMÁTICA E ARTE UM DIÁLOGO POSSÍVEL:
TRABALHANDO ATIVIDADES INTERDISCIPLINARES NO
9º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Educação Matemática, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Educação Matemática.

Comissão Examinadora

Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Jr.(UFJF)
Orientador

Prof. Dr. Rodolfo Chaves (IFES/ES)
Convidado externo UFJF

Prof. Dr. Adlai Ralph Detoni (UFJF)
Convidado interno UFJF

Juiz de Fora, 17 de Dezembro de 2015.

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Ferreira, Rosiney de Jesus.

Matemática e Arte, um diálogo possível: trabalhando atividades interdisciplinares no 9º ano do Ensino Fundamental / Rosiney de Jesus Ferreira. -- 2015.

133 f. : il.

Orientador: Marco Aurélio Kistemann Junior

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, 2015.

1. Matemática. 2. Arte. 3. Interdisciplinaridade. 4. Matemática Crítica. 5. Contextualização. I. Kistemann Junior, Marco Aurélio, orient. II. Título.

AGRADECIMENTOS

A DEUS, que permitiu que a quatro horas de viagem eu pudesse realizar um sonho que é me tornar mestre, que perante todas as dificuldades eu pudesse manter a minha fé e crer que tudo terminaria bem.

À Minha esposa, Luciene, que sempre me apoiou nos momentos mais difíceis da pesquisa, aos meus filhos Gustavo e Vinícius, que mesmo sem entender o que o papai estava fazendo foram compreensivos e me apoiaram com os seus abraços e gestos de carinho.

Eu nunca esquecerei dos meus pais, Bonifácia de Jesus Ferreira e Generino Ferreira Cruz (*in memoriam*), que me ensinaram a importância de estudar e correr atrás dos sonhos, e aos meus três irmãos, Rosângela, Rosinéia e Roney, meus pais eram bem criativos, que torceram por mim durante esses dois anos. Em especial à minha irmã Rosinéia, Doutora em Literatura Norte-Americana, que sabia exatamente o que eu estava passando e que por várias vezes procurou me ajudar. Não poderia esquecer as três escolas em que trabalhei, Colégio Estadual David Capistrano, CIEP Pablo Neruda e Colégio Municipal Altivo Cesar, que por várias vezes, e não foram poucas, invertem a lógica e me apoiaram nos momentos em que precisei me ausentar. Ao meu orientador, Marco Aurélio Kistemann Jr, jamais vou esquecer o que fez por mim, obrigado elevado à enésima potência. À Banca de qualificação, Doutores Rodolfo Chaves e Adlai Ralph Detoni, obrigado pelos apontamentos na dissertação às professoras Estela Kaufman Fainguelernt e Katia Regina Ashton Nunes, que me ajudaram a pavimentar a caminhada e a acreditar na possibilidade de trabalhar com a Matemática e a Arte de maneira interdisciplinar. Aos vários amigos que fiz em Juiz de Fora, não citarei nomes, pois posso cair no erro de esquecer alguém, meu muito obrigado.

RESUMO

Nesta pesquisa, investigamos como a Arte, em especial a pintura, produzida desde o período renascentista até os dias atuais, enquanto tema de um projeto de pesquisa, pode contribuir para a aprendizagem de conceitos matemáticos no 9º ano do Ensino Fundamental. Partimos do entendimento de que a Matemática é um saber construído a partir das necessidades sociais de determinados grupos culturalmente constituídos, influenciando e sendo influenciada pelas mais diversas áreas do conhecimento humano (dentre elas, a Arte, mais especificamente a pintura) e de que a Aprendizagem da Matemática da escola básica pode ser beneficiada por uma abordagem interdisciplinar. Além disso, consideramos que uma abordagem interdisciplinar pode propiciar uma participação mais ativa dos alunos, no que diz respeito ao desenvolvimento de aspectos ligados à sensibilidade, criatividade e imaginação. Nesse sentido, a pesquisa, de cunho qualitativo, fundamenta-se teoricamente nas noções de interdisciplinaridade, contextualização e nas propostas da Matemática crítica para Aprendizagem. Participaram do estudo 6 alunos do 9º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública de São Gonçalo (RJ). Ao longo de seis encontros, um por semana, de 1h30min de duração, desenvolvemos atividades que buscavam introduzir e aprofundar conteúdos que estavam sendo apresentados pela primeira vez, assim como aprofundar e relembrar outros que já haviam sido trabalhados anteriormente, através de reproduções de pinturas, do período renascentista ao neoconcretista. Os dados foram coletados por meio do registro das atividades realizadas pelos alunos e de duas avaliações, na forma de atividades. Os resultados apontam que a proposta de trabalhar Matemática e Arte de maneira interdisciplinar através das obras de Arte, no nosso caso, pinturas, conseguiu despertar o interesse dos alunos e o envolvimento da maioria deles para a realização de atividades matemáticas, desta forma houve um maior interesse e curiosidade em procurar saber mais sobre os assuntos que estavam sendo abordados. Assim percebemos que há fortes indícios de uma mudança de participação naquilo que se propõe aos alunos quando apresentamos a Matemática diferente da maneira como eles estão habituados a ver; desconectada da realidade e fechada em si mesma. A pesquisa gerou um material, um Produto Educacional, que pode ser utilizado pelo professor que desejar mostrar aos alunos que há beleza

na Matemática e que esta beleza pode estar presente na Arte de maneira natural e contextualizada, propiciando assim momentos enriquecedores de Aprendizagem.

Palavras-chave: Matemática, Arte, Interdisciplinaridade, Matemática Crítica, Contextualização.

ABSTRACT

This study investigates how art, especially painting, produced from the Renaissance period to the present day, as a subject of a research project, can contribute to the learning of mathematical concepts in the 9th grade of elementary school. We start from the understanding that mathematics is a knowledge built from the social needs of certain groups culturally constituted, influencing and being influenced by various fields of human knowledge (among them the Art, specifically painting) and the Learning Mathematics Elementary school can be benefited by an interdisciplinary approach. Furthermore, we believe that an interdisciplinary approach can provide a more active participation of students providing the development aspects of sensitivity, creativity and imagination. In this sense, the research of qualitative nature, is based on the notions of interdisciplinarity theoretically, contextualization and proposed critical for learning math. Participated studied 30 students from 9th grade of elementary school to a public school in Sao Goncalo (RJ). Over ten meetings a week, duration of 1h40min, develop activities that sought to introduce and deepen contents that were being presented for the first time, as well as deepen, remind others that had already been worked through paintings, some of Renaissance period, cubist and mostly the period Neo-concretist. Data were collected through photos, audio recordings, record of the activities undertaken by pupils and two evaluations in the form of activities. The results show that the proposed work Mathematics and Art interdisciplinary way through Art Works, in our case, Paintings, succeeded in arousing students' interest and involvement of most of them for carrying out mathematical activities, as well as interest and curiosity to find out more about the issues that were being addressed. So we realize that there is strong evidence of a change in interest in what is proposed to students when we take a stance in relation to their daily classroom activities to introduce the different mathematics the way they are used to seeing; disconnected from reality and closed in on itself. The survey generated a material, ie, an Educational Product, which can be used by the teacher you want to show students that there is beauty in mathematics and that this beauty can be present in the Art of natural and contextualized manner, thereby providing enriching learning moments.

Keywords: Mathematics, Art, Interdisciplinary, Critical Mathematics, Contextualization.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Bisão estripado investindo contra um homem com cabeça de ave e pássaro num poleiro.....	36
Figura 2 - Osso de ishango, datado de cerca de 35.000 a.C.	37
Figura 3 - Anônimo: o Livro dos Mortos do escriba Ani, por volta de 35.000 a.C.....	38
Figura 4 – Estandarte Real de Ur.....	39
Figura 5 – Hidra, recipiente criado para guardar água	39
Figura 6 – O suplicio de Penteo – séc. I a.C.	40
Figura 7 – Piero della Francesca. A prova da verdadeira Cruz.....	42
Figura 8 – Anunciação (1472 – 1473) – Leonardo Da Vinci.....	44
Figura 9 – Adoração dos magos (1481-1482) – Leonardo Da Vinci.....	45
Figura 10 – Pablo Picasso. As senhoritas de Avignon.1907	47
Figura 11 – Fruteira Copo e Maçãs.....	48
Figura 12 – Pablo Picasso. Mãe e Filho.....	50
Figura 13 – Pablo Picasso. Guernica.....	51
Figura 14 – Mondrian, Piet. A árvore vermelha.....	52
Figura 15 – Mondrian, Piet. Gray Tree.....	52
Figura 16 – Mondrian, Piet. Árvore em flor.....	53
Figura 17 – Mondrian, Piet. Composição em vermelho, preto, azul, amarelo e cinza	54
Figura 18 – Revista De Stijl, nº 11, novembro de 1921	56
Figura 19 – Doesburg, Theo van – Arithmetic Compositio	57
Figura 20 – Piet, Mondrian. Estudo para uma composição	59
Figura 21 – Processo de criação do cartaz “Kokrete Kunst”	62
Figura 22 – cartaz “Konkrete Kunst”.....	63
Figura 23 – Escultura em aço Unidade tripartida (1948-1949), de Max Bill, primeiro prêmio de escultura na I Bienal Internacional de Arte de São Paulo.....	64
Figura 24 – Geraldo de Barros (1923-1998) Função diagonal	66
Figura 25 – Aluísio Carvão (1920-2001), Geométrico, 1958	67
Figura 26 – Nildo da Mangureira, com Parangolé, 1964	68
Figura 27 – Canibalismo, 1973.....	68
Figura 28 – Perspectógrafo construído utilizando-se um painel de vidro enquadado e moldurado num quadro de madeira	80

Figura 29 – Perspectógrafo dotado de porta móvel	80
Figura 30 – Perspectógrafo comoposto de janela quadriculada	80
Figura 31 – Alunos realizando atividade	91
Figura 32 – Estudo, 2014	96
Figura 33 – Melancolia I, Albrecht Dürer, 1514. Gravura em cobre	100
Figura 34 – Guache 187, Luiz Sacilotto	106
Figura 35 – Plano em superfícies moduladas nº 2, Lygia Clark, 1956	109

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Descrição do grau de cooperação e de coordenação entre as disciplinas..	26
Tabela 2 – Quantidade de pesquisas realizadas por ano	70
Tabela 3 – Local, produção e autores da pesquisa.....	70
Tabela 4 – Cronograma de atividades	90

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAPES	Coodenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CBC	Currículo Básico Comum
CIEP	Centro Integrado de Educação Pública
CNRS	Centro Nacional de Pesquisa Científica
ETM	Ensino Tradicional de Matemática
MAC	Museu de Arte Contemporânea
MAM/RJ	Museu de Arte Moderna do Rio de Janeiro
MCS	Modelo dos Campos Semânticos
MEC	Ministério da Educação
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PNLD	Programa Nacional do Livro Didático
RPM	Resolução de Problemas Matemáticos
SAERJ	Sistema de Avaliação da Educação do Estado do Rio de Janeiro
SEEDUC/RJ	Secretaria de Estado de Educação do Rio de Janeiro
SEE	Secretaria Estadual de Educação
UERJ	Universidade do Estado do Rio de Janeiro

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
CAPÍTULO 1 – O ENSINO E A APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA NUMA VISÃO INTERDISCIPLINAR: PERCORRENDO UM LONGO CAMINHO.....	18
1.1 – A prática docente e o problema do processo de Ensino e Aprendizagem da Matemática.....	18
1.2 – A interdisciplinaridade numa visão Crítica com objetivos para o Ensino e Aprendizagem da Matemática	24
1.3 – Recriando uma ponte entre a Matemática e a Arte.....	28
1.4 – O Modelo dos Campos Semânticos.....	29
CAPÍTULO 2 – A ARTE COMO MEIO PARA O ENSINO DA MATEMÁTICA.....	33
2.1 – A presença da Matemática na Arte	35
2.2 – O século XX num olhar da Matemática e da Arte	47
2.3 – A inspiração vem do Cubismo: O Neoplasticismo de Mondrian e Theo Van Doesburg.....	52
2.4 – A escola de Bauhaus.....	60
2.5 – O Movimento Concreto e Neoconcreto no Brasil	65
CAPÍTULO 3 – MATEMÁTICA E ARTE: LEVANTAMENTO DE PESQUISAS SOBRE O TEMA.....	69
CAPÍTULO 4 – A METODOLOGIA DA PESQUISA.....	84
4.1 – Questão de investigação e Objetivos da pesquisa	85
4.2 – A pesquisa: Opções Teóricas e Metodológicas	86
4.3 – Contextos gerais e participantes da pesquisa	87
4.4 – Procedimentos	88
4.5 – Os encontros	89
4.6 – A coleta de dados.....	91
4.7 – A ideia por trás das atividades.....	93
4.8 – A análise.....	93
CAPÍTULO 5 – DESCREVENDO O PROCESSO POR MEIO DAS ATIVIDADES ...	95
5.1 – Análise das atividades	96
CAPÍTULO 6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	114
REFERÊNCIAS.....	117
ANEXOS	122

INTRODUÇÃO

A motivação para esta pesquisa teve sua gênese em minha própria prática de professor¹ regente de turmas do Ensino Fundamental, prática essa delimitada por turmas do segundo segmento, mais especificamente turmas do 9º ano, vivendo as dificuldades em compreender os processos de aprendizagem dos alunos, assim como as minhas próprias, angustiavam-me profundamente, até o ponto de eu partir para suprir as carências decorrentes de uma formação pouco inclinada para a realidade, que é aquela que o professor usualmente se depara.

Após cinco anos trabalhando em escolas da Rede Municipal de Ensino Fundamental, na cidade de Niterói, no Rio de Janeiro, como professor regente de turmas do Ensino Fundamental e concluído a Licenciatura em Matemática no ano de 1999, na Universidade Estadual do Rio de Janeiro, venho refletindo a respeito da prática diária em sala de aula e as dificuldades enfrentadas pelos alunos para aprender Matemática. Como docente causa-me grande mal estar as dificuldades postas a partir do ensino Tradicional de Matemática (ETM)². Esse mal estar levou-me à pesquisa direcionada para as metodologias que pudessem auxiliar na difícil tarefa de ensinar Matemática. Em Julho de 2010 fui informado pelos órgãos administrativos da Rede Municipal de Ensino que as coordenações de Matemática e Arte haviam criado um projeto com o objetivo de melhorar o ensino tanto de Arte como de Matemática, cujo nome seria *Matemática e Arte: Um diálogo possível*. Logo que tomei conhecimento do seu edital, me escrevi e, tendo sido aprovado, logo fui chamado para fazer parte do projeto.

Composto inicialmente de seis professores, quatro de Matemática e dois de Arte, o grupo participou de um curso de capacitação ministrado pelas professoras, Estela Kaufman Fainguelernt e Katia Regina Ashton Nunes, e recebeu a incumbência da Fundação Municipal de Educação de Niterói, responsável pelo projeto, de preparar o grupo de professores para introduzirem as ideias contidas nas

¹ Na introdução e em alguns outros pontos da dissertação, no que se refere às experiências profissionais e pessoais vividas por mim, usaremos a primeira pessoa do singular. Entretanto, optamos em utilizar a primeira pessoa do plural no restante do texto, por considerá-lo uma produção conjunta de orientador e orientando.

² Apresentado por CHAVES (2004) como massificante, excludente, descontextualizado, que leva o aluno à passividade e o professor à hegemônica condição de dono da palavra – como aquele que professa homilias, verdades prontas e cristalizadas, não facultando a formação de ambientes investigativos de aprendizagem.

obras de suas respectivas autorias: *Tecendo Matemática com a Arte e Fazendo Arte com Matemática*. Tomando da proposta inovadora que entrelaçava essas duas disciplinas que aparentemente são tão distantes, mas que historicamente são tão próximas, após três semanas de preparação, que consistia inicialmente em aprender a aplicar as atividades que constavam nos livros, passamos a visitar as escolas da rede municipal propondo aos professores, tanto de Matemática como de Arte, que fizessem uso das atividades que estávamos levando a eles, através da adesão ao projeto e comprometendo-se a partir daí em desenvolver as atividades contidas nas obras supracitadas. Inicialmente o projeto não obteve muitas adesões, por parte dos professores, que viam as nossas visitas às escolas como mais um “projecinho” da prefeitura. Assim, perante as dificuldades que foram encontradas para a adesão dos professores ao projeto a coordenação decidiu em reunião com os bolsistas que deveriam criar atividades que estivessem de acordo com os conteúdos ministrados pelos docentes, para que pudéssemos convencê-los da importância de se trabalhar os conteúdos, utilizando a abordagem proposta pelo projeto. A partir desse momento comecei, por orientação das coordenadoras, a pesquisar obras de arte, pinturas em sua totalidade, que pudessem ser utilizadas para confeccionar atividades para serem levadas aos professores que aderiram ao projeto e àqueles que não haviam feito sua adesão ainda a ele.

Aos poucos muitos professores tanto de Matemática quanto de Arte, começaram a ver a possibilidade contida nas atividades que lhes eram apresentadas e também davam sugestões e efetuavam pedidos relacionados aos conteúdos ministrados, tornando assim suas aulas mais interessantes para os alunos. Conforme D’Ambrósio (1998),

Dentre as muitas características do mundo contemporâneo, a globalização, que se manifestam principalmente nos modelos de propriedade e de produção e na aquisição do conhecimento, merece nossa atenção como educadores. A globalização, nesse sentido amplo, nos propõe um cenário do futuro. Nota-se uma nova divisão do trabalho intelectual, a necessidade de trabalho em equipe no ensino e na pesquisa, a intensificação de estudos comparados e de áreas híbridas de investigação. [...] A matemática está passando por profundas transformações. O professor, necessariamente, deve estar mais preparado para participar dessas transformações e para se aventurar no novo, do que para repetir o velho, muitas vezes inútil e desinteressante. [...] Hoje se espera criatividade e não basta repetir aquilo que foi ensinado. [...] O novo perfil do professor é fundamentalmente o de um facilitador da aprendizagem do aluno e de um companheiro na busca do novo (p.29-34).

Com a tarefa de pesquisar obras de arte que pudessem ser utilizadas para preparar atividades para os professores de Matemática, percebi com a pesquisa que havia uma relação muito mais próxima da Matemática com a Arte do que meramente o formato retangular das molduras dos quadros. Uma relação interdisciplinar que pode ser explorada em prol do desenvolvimento integral do educando e, conseqüentemente, para a evolução da própria sociedade possibilitando sua inserção no mundo do trabalho, das relações sociais e da cultura.

O aluno que conhece arte pode estabelecer relações mais amplas quando estuda um determinado período histórico. Um aluno que exercita continuamente sua imaginação estará mais habilitado a construir um texto, a desenvolver estratégias pessoais para desenvolver um problema matemático. (BRASIL, 1998a, p.5).

A Matemática e a Arte são disciplinas que podem cooperar de maneira a tornar a Geometria, estudo do Espaço e das formas, mais estudada em nossas escolas, assim como propiciar através de atividades, em que é utilizada a Arte, um desenvolvimento do aluno que faça com que ele veja as diversas relações da Matemática com outras disciplinas e, em particular com a Arte, mostrando que elas caminharam juntas ao longo da história e como têm sido essenciais à evolução dos povos. Tal concepção é referendada pelos PCN de Matemática, quando este propõe que:

A Geometria tem tido pouco destaque nas aulas de Matemática e, muitas vezes, confunde-se seu ensino com o das medidas. Em que pese seu abandono, ela desempenha um papel fundamental no currículo, na medida em que possibilita ao aluno desenvolver um tipo de pensamento particular para compreender, descrever e representar, de forma organizada, o mundo em que vive. Também é fato que as questões geométricas costumam despertar o interesse dos adolescentes e jovens de modo natural e espontâneo. Além disso, é um campo fértil de situações-problema que favorece o desenvolvimento da capacidade para argumentar e construir demonstrações. (BRASIL, 1998b, p.122)

Além de estarem cada vez mais presentes nos mais diferentes ramos da atividade humana, a Matemática ajuda a estruturar o pensamento e o raciocínio dedutivo. Dessa forma, conforme constatamos nos PCNEM:

[...] a Matemática contribui para o desenvolvimento de processos de pensamento e a aquisição de atitudes, cuja utilidade e alcance transcendem o âmbito da própria Matemática, podendo formar no aluno a capacidade de resolver problemas genuínos, gerando hábitos de investigação, proporcionando confiança e desprendimento para analisar e enfrentar

situações novas, propiciando a formação de uma visão ampla e científica da realidade, a percepção da beleza e da harmonia, o desenvolvimento da criatividade e de outras capacidades pessoais. (BRASIL, 2000, p.40).

A Arte, por sua vez, fomenta o crescimento do universo cultural dos indivíduos e abre espaço à participação social. Todo produto artístico emerge da história, faz parte de um contexto social, político, filosófico, religioso, histórico, cultural e ambiental; logo, socioambiental, pois, segundo Patrick Geddes (1854-1923) – escocês, urbanista, considerado o pai da Educação ambiental – apud Chaves (2004, p.81, 82 e 164):

[...] uma criança, em contato com a realidade de seu ambiente, não só aprende melhor, mas, também desenvolve atitudes criativas em relação ao mundo à sua volta. [...] e os professores devem conquistar a posição de agentes executores de uma educação que incorpore uma análise da realidade socioambiental para que se oponham àquela educação onde o estudante é treinado para ignorar as consequências de seus atos [...]. (CHAVES, 2004, p.81-82, 164).

Por meio do estudo da Arte de outros povos, pode-se desenvolver o respeito e os valores que governam os diferentes tipos de relações entre os indivíduos de cada sociedade e em diferentes épocas. Ao conhecer e valorizar a própria cultura, o indivíduo constrói sua identidade pessoal e social. Deste modo, concordo com D´Ambrosio quando este diz que:

[...] as [dimensões] mais reconhecidas e interpretadas nas teorias do conhecimento, a sensorial, a intuitiva, a emocional e a racional [...] o conhecimento religioso é favorecido pelas dimensões intuitiva e emocional, enquanto o conhecimento científico é favorecido pelo racional, e o emocional prevalece nas artes. Naturalmente essas dimensões não são dicotomizadas nem hierarquizadas, mas são complementares. Desse modo, não há interrupção, [...] as dicotomias corpo/mente, matéria/espírito, manual/intelectual e outras tantas que se impregnaram no mundo moderno são meras artificialidades (D`AMBROSIO, 1996, p.21 - 22).

Pergunto-me: e se assumíssemos uma postura menos cartesiana, no sentido de não pensarmos nas disciplinas como a soma das partes de um todo? Sobreviria um processo em que Álgebra, Geometria, Aritmética, Artes, Religião, Política, Ecologia etc., não deveriam ser estudadas como disciplinas disjuntas, mas como aspectos de uma realidade complexa e que como tal poderia ser vista de vários ângulos distintos, em que cada peça é essencial para a formação do todo?

Percebo, nos meus relacionamentos com outros professores, tomando as palavras de Hilton Japiassu, que alguns não se veem como agentes de mudança, mas como agentes passivos, como alguém que abraça este universo, mas do qual não é cocriador. Vejo que a relação Ensino e Aprendizagem se enfraqueceu, quando não se apagou. Pergunto-me: haveria uma maneira de estabelecer uma relação em que todos nós nos sentíssemos parte essencial do processo, entrelaçados a ele, agindo de modo criativo, inovador, propiciando a aprendizagem em sala de aula? Talvez o grande problema não esteja nos conteúdos pré-estabelecidos, mas na própria maneira como eles são apresentados, dicotomizados das outras áreas.

É nesse contexto de reflexões e preocupações que a minha pesquisa se insere. Para efetuar-la, busco num primeiro momento, analisar as concepções referentes à metodologia da interdisciplinaridade e suas possíveis contribuições para o processo de Ensino e de Aprendizagem, não só da Geometria, mas da Matemática como um todo; em seguida, pretendo mostrar as possibilidades reais de atividades que possam ser exploradas tendo como base a relação entre a Matemática e a Arte, onde intenciono trabalhar atividades investigativas em sala de aula, de uma turma de 9º ano, numa escola, da rede Estadual da cidade de São Gonçalo, no Rio de Janeiro.

Em relação às atividades, nossa proposta é estudar e analisar os dados que venham a ser obtidos durante a investigação, efetuar uma análise crítica e reflexiva, tendo como norte as tarefas que foram formuladas. Visamos, com isso, compreender e interpretar a eficácia de uma abordagem interdisciplinar envolvendo disciplinas que para muitos parecem tão distantes, mas que historicamente foram tão próximas.

Pensamos que tal investigação poderá contribuir para a incorporação de novas práticas pelos professores que buscam novas metodologias em prol do processo de aprendizagem.

Segundo Japiassu (1976), para que a interdisciplinaridade alcance êxito é preciso que o pesquisador esteja seguro daquilo que se propõe a fazer.

Dessa maneira, num contexto de uma pesquisa de mestrado profissional em Educação Matemática, procuramos desenvolver num ambiente de sala de aula, atividades que abordassem conteúdos matemáticos, e que tais conteúdos fossem os mais diversos e variados possíveis, de maneira que o professor do Ensino Fundamental e mais especificamente o do 9º ano, através de um produto educacional, gerado com a inclusão das atividades trabalhadas e acrescido de

outras, possa utilizá-la sempre que achar pertinente em suas abordagens para introduzir ou aprofundar um determinado assunto.

Essa pesquisa procurou relacionar conhecimentos de História, Geografia e Arte, trabalhando com algumas pinturas do período renascentista, mas enfatizando a obra do neoconcretismo, e procurando assim, através de tais períodos artísticos, trabalhar a Matemática que ali está presente, explícita ou implicitamente, dentro do contexto de um ambiente de aprendizagem, com uma proposta de abordagem interdisciplinar, criativo e voltado à compreensão de como tais atividades podem contribuir para o ensino e para a aprendizagem do aluno.

O presente texto está organizado em cinco capítulos. Nos dois primeiros apresentamos a revisão de literatura e a fundamentação teórica, que fornecem, através de suas ideias, os alicerces, onde estão apoiadas, as atividades trabalhadas com os sujeitos da pesquisa, que são mediadoras para o ensino e para a aprendizagem dos alunos, e a análise dos dados, que apresentaremos através do Modelo dos Campos Semânticos (MCS) que nos auxiliaram na leitura e análise das produções de significados dos sujeitos de pesquisa.

O capítulo 3 discorre sobre as nossas opções metodológicas, bem como o contexto em que se deu a pesquisa e a descrição dos participantes. Em seguida, no capítulo 4, descrevemos o processo vivido, procurando com clareza, relatar todas as impressões propiciadas durante a realização das atividades pelos alunos além dos resultados apresentados por tais tarefas. Já no capítulo 5 tratamos da análise dos dados à luz da perspectiva teórica de Japiassu (1976) no que diz respeito à interdisciplinaridade e aos PCN de Matemática e Arte (BRASIL, 1998a e 1998b) para o 3º e 4º ciclos do Ensino Fundamental. Ao término, como de praxe acadêmica, apresentamos as referências e os anexos.

A presente pesquisa, idealizada dentro de um programa de Mestrado Profissional de Educação Matemática da UFJF, deu origem a um produto educacional: um paradidático destinado aos professores do Ensino Fundamental. Neste material as tarefas desenvolvidas durante a pesquisa se encontram ali, de maneira a propiciar ao professor alternativas interessantes que possam vir a ser uteis às suas aulas, além disso, tal material apresenta sugestões bibliográficas que podem auxiliar e muito à pesquisa do professor sobre todo o contexto histórico, social e político em que se encontram tais atividades. Além de que, com uma

linguagem acessível procuramos contribuir para o sucesso do ensino e da aprendizagem dos seus alunos.

CAPÍTULO 1

O ENSINO E A APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA NUMA VISÃO INTERDISCIPLINAR: PERCORRENDO UM LONGO CAMINHO

Neste capítulo procuramos demarcar a linha de partida acerca do Ensino e Aprendizagem da Matemática, uma vez que a complexidade do tema aliada às dificuldades e limitações de tempo, pertinentes a um Mestrado profissional, nos influenciaram na maneira como construímos as ideias que defendemos e, por conseguinte, a questão de investigação que permeia toda a pesquisa e a qual procuraremos responder ao longo do trabalho que é: **Como a Matemática e a Arte, através de uma abordagem interdisciplinar, podem favorecer o ensino e a aprendizagem da Matemática no 9º Ano do Ensino Fundamental de uma escola pública da cidade de São Gonçalo, RJ?**

1.1 A prática docente e o problema do processo de Ensino e de Aprendizagem da Matemática

Os PCN, apesar de já terem completado dezesseis anos, ainda são a principal referência para muitos professores, haja vista que são a base comum curricular de todos os estados da Federação, indicando seus objetivos para o Ensino Fundamental, desempenhando seu papel na formação básica à cidadania, ocupando o seu lugar na formação de capacidades intelectuais, na estruturação do pensamento, na agilização do raciocínio dedutivo, na sua aplicação a problemas relacionados à vida cotidiana e a atividades do mundo do trabalho e apoiando a interpretação e a compreensão de outras disciplinas. Espera-se que os alunos sejam capazes de: questionar a realidade, formulando problemas e tratando de resolvê-los, utilizando para isso o pensamento lógico, a criatividade, a intuição, a capacidade de análise crítica, selecionando procedimentos e verificando sua adequação. Além disso, o documento cita vários outros objetivos a serem cumpridos pela Matemática, nas séries finais do Ensino Fundamental, tais como a importância exercida pela Matemática na formação básica do cidadão brasileiro, através de possíveis contribuições que possa dar à valorização das pluralidades socioculturais, impedindo

o processo de submissão de um grupo cultural pelo outro a ponto de transpor as dificuldades do seu meio social e ambiental.

A tomada de decisão, compreensão de gráficos e tabelas, dados estatísticos e índices divulgados pelos meios de comunicação, muitas delas ilegíveis, para boa parte dos cidadãos, podem se tornar legíveis àqueles que compreendem a Matemática. Ou seja, para ser ou pertencer à sociedade é preciso compreender e se apropriar da Matemática, como afirma os PCN da disciplina:

Nesse aspecto, a Matemática pode dar sua contribuição à formação do cidadão ao desenvolver metodologias que enfatizem a construção de estratégias, a comprovação e justificativa de resultados, a criatividade, a iniciativa pessoal, o trabalho coletivo e a autonomia advinda da confiança na própria capacidade para enfrentar desafios. Por outro lado, para a inserção de cada indivíduo no mundo das relações sociais, a escola deve estimular o crescimento coletivo e individual, o respeito mútuo e as formas diferenciadas de abordar os problemas que se apresentam.

Também é importante salientar que a compreensão e a tomada de decisões diante de questões políticas e sociais dependem da leitura crítica e interpretação de informações complexas, muitas vezes contraditórias, que incluem dados estatísticos e índices divulgados pelos meios de comunicação. Ou seja, exercer a cidadania, é necessário saber calcular, medir, raciocinar, argumentar, tratar informações estatisticamente etc. (BRASIL, 1998b, p. 27).

Assim, é importante que um currículo de Matemática esteja preparado para atender às demandas oriundas da pós-modernidade, ter a clareza em seus objetivos gerais, de valorizar a pluralidade sociocultural, evitando a submissão ao se deparar com outras culturas e criando condições para que o aluno transcenda socioculturalmente e que também possa contribuir para melhorias de seu ambiente.

Entretanto quando confrontamos os objetivos pregados pelos PCN para a aquisição de cidadania às práticas diárias dos professores de Matemática, nos deparamos com algumas contradições.

Minha³ prática profissional iniciou-se em 1995, um ano após ter começado a faculdade de Licenciatura em Matemática, na Faculdade de Formação de Professores da UERJ, em São Gonçalo, RJ, com turmas do 6º e 8º anos do Ensino Fundamental de uma escola particular na periferia de São Gonçalo. Nessa época,

³ Como explicamos anteriormente, em alguns momentos iremos nos referir à 1ª pessoa do singular e, em outros momentos, à 1ª pessoa do plural, apenas por coerência, por ser uma dissertação carregada de referências pessoais de um dos pesquisadores. Deixaremos claro ao leitor que todo trabalho está sendo construído em concordância textual e metodológica entre o orientando e o orientador, sendo importante reafirmar que todo o restante do texto está sendo construído em 1ª pessoa do plural.

eu achava que ser um bom professor bastava ter domínio sobre os conteúdos que iria ministrar, não me incomodando com as dificuldades dos alunos, pois achava que tais dificuldades de aprendizagem eram problemas deles e não meus. Com o passar daquele ano e vendo os resultados ruins daquelas turmas comecei a me incomodar com aquela situação em que mesmo tendo domínio dos conteúdos que ministrava, não conseguia me fazer entender pelos alunos e muito menos fazer com que aprendessem alguma coisa em minhas aulas, pois hoje consigo ver o quanto deveria ser tedioso me ouvir durante noventa minutos, três vezes por semana. Mas algo mudou. Comecei a cursar disciplinas da Educação, e uma em especial, dentre tantas que cursei, chamou a minha atenção, Didática, ministrada pela professora Neide Benevides, oferecida às licenciaturas em Matemática, Ciências Biológicas, Letras, Geografia e História. Ao leitor, essa turma pode parecer uma grande Babel interdisciplinar, mas fazia um grande sentido, para aquela professora, que com o seu dinamismo e conhecimento sobre Didática, falava das diversas metodologias de ensino e ainda abria espaço para que aqueles que já estavam em sala de aula falassem de suas experiências enquanto professores, compartilhando assim, com aqueles que não estavam vivendo tal experiência. Segundo Vianna (2011)

Como área específica da Pedagogia, a didática tem apresentado características peculiares em diferentes momentos históricos. Oriunda da expressão grega *techné didaktiké*, a palavra didática remete à arte ou técnica de ensinar, envolvendo elementos como o professor, o aluno, a disciplina ou o conteúdo, os contextos dos processos de ensino e de aprendizagem, e as estratégias metodológicas utilizadas pelos docentes. (VIANNA, 2011, p.54-55).

Após as aulas de Didática vi o quanto precisava mudar. A partir daí comecei por conta própria a buscar alternativas que pudessem transformar a minha prática e acabar com as angústias que sofria na escola por não conseguir fazer com que aprendessem aquele conteúdo que estava sendo trabalhado. Foi então, que em 2003, já formado, trabalhando como professor concursado da prefeitura de Campos dos Goytacazes, no norte do RJ, diante das dificuldades de ensinar em turmas de Jovens e Adultos, oriundos do trabalho físico estressante do corte de cana, à noite, comecei a trabalhar com alternativas de ensino, como a História da Matemática e a Matemática através da Arte; a primeira era apresentada através de atividades que traziam informações a respeito de como surgiu aquele determinado conteúdo que

estava sendo ministrado. Assim concordamos com os PCN de Matemática quando dizem que:

A História da Matemática pode oferecer uma importante contribuição ao processo de ensino e aprendizagem dessa área do conhecimento. Ao revelar a Matemática como uma criação humana, ao mostrar necessidades e preocupações de diferentes culturas, em diferentes momentos históricos, ao estabelecer comparações entre os conceitos e processos matemáticos do passado e do presente, o professor cria condições para que o aluno desenvolva atitudes e valores mais favoráveis diante desse conhecimento. Além disso, conceitos abordados em conexão com sua história constituem veículos de informação cultural, sociológica e antropológica de grande valor formativo. A História da Matemática é, nesse sentido, um instrumento de resgate da própria identidade cultural. (BRASIL, 1998b, p.42).

A abordagem que era feita através da História da Matemática possibilitava àquele aluno verificar o quão complexas eram algumas culturas e que todo avanço tecnológico só é possível graças a esse conhecimento que foi passado através de gerações. Assim essa abordagem serviu àquela época para desmistificar um pouco a Matemática, trazendo-a um pouco mais para próximo deles, pois quando abordamos a Matemática desta forma, contextualizando determinados assuntos que estejam ligados aquele conteúdo, percebemos o quão pode ser possível fazer sentido aquilo que estamos apresentando aos alunos.

Lembro que uma das atividades que apresentei a uma das minhas turmas do 9º ano do Ensino Fundamental, ainda em Campos dos Goytacazes; foi uma atividade envolvendo números irracionais e entre eles o número phi, cujo valor aproximado é 1,618..., falei da importância desse número para a construção de lugares como o Parthenon, na Grécia, obras de Arte e até mesmo sua presença nas dimensões de maços de cigarros e até mesmo os cartões de crédito. No final, após uma breve explicação pedi que reproduzissem um retângulo áureo com a ajuda de régua e compasso. Naquele momento percebi que além da História da Matemática poderia também trabalhar com a Arte de maneira a relacionar conteúdos trabalhados em sala de aula e ao mesmo tempo apresentar obras de artistas, como Leonardo Da Vinci⁴, Maurits Cornélius Escher⁵, Piet Mondrian⁶, dentre outros. Neste tipo de

⁴ Nasceu em Vinci, próximo a Florença, na Itália, em 15 de abril de 1452, faleceu, no castelo de Cloux, perto de Amboise, na França, em 2 de maio de 1519. Síntese dos ideais estéticos que deram origem ao Renascimento, a sua obra foi um dos pilares sobre os quais se assentaram diversos domínios da Ciência e da Arte.

⁵ MC Escher (1898 – 1972) expressava em suas obras uma notável combinação de sensibilidade e precisão técnica cuja chave para os surpreendentes efeitos em suas gravuras foi a

abordagem eu apresentei aos alunos a Matemática de maneira em que procurava falar da relação existente entre elas e que poderiam aprender uma série de conteúdos do currículo através dessa abordagem. Percebi que à medida que trabalhava atividades em que a Matemática e a Arte se articulavam entre si, testemunhei uma mudança de postura de alguns alunos em relação à Matemática e o quanto essas atividades passaram a transmitir aos alunos uma experiência diferente daquela em que eles estavam acostumados, de uma disciplina fria e distante de suas realidades a uma disciplina que mostrava o quanto a Matemática poderia ser interessante e o quanto ela poderia contribuir para outras áreas do conhecimento, promovendo, através das tarefas, que proporcionavam momentos de participação e aprendizagem de conteúdos, que antes não viam qualquer relação com o mundo real ou sentido para eles.

Assim concordamos com os PCN para o terceiro e quarto ciclo (BRASIL, 1998c), quando coloca que a Matemática tal qual a conhecemos, deve dar lugar a uma disciplina que faça conexão com outras áreas do conhecimento e que estabeleça relações entre os seus conteúdos estudados e o mundo real.

A aprendizagem em Matemática está ligada à compreensão, isto é, à atribuição e apreensão de significado de um objeto ou acontecimento pressupõe identificar suas relações com outros objetos e acontecimentos. Assim, o tratamento dos conteúdos em compartimentos estanques e numa rígida sucessão linear deve dar lugar a uma abordagem em que as conexões sejam favorecidas e destacadas. O significado da Matemática para o aluno resulta das conexões que ele estabelece entre ela e as demais áreas, entre ela e o cotidiano e das conexões que ele estabelece entre os diferentes temas matemáticos; (BRASIL, 1998b, p.57).

Todavia, as atividades desenvolvidas nas aulas do 9º ano descortinaram novas possibilidades de serem trabalhados os conteúdos matemáticos de maneira que fizessem sentido para eles e que me motivassem a continuar caminhando na direção de contribuir para que o processo de ensino e de aprendizagem aconteça de fato; além disso, estamos rompendo com o pensamento hegemônico de que a

Matemática,especia especialmente a geometria, demosntrando um grande domínio dos princípios fundamentais dessa disciplina e uma poderosa intuição na compreensão das relações espaciais.

⁶ Contemporâneo de M. C. Escher, Piet Mondrian (1872-1994) foi fortemente influenciado pelo Cubismo. Entretanto, suas ideias e seus caminhos vieram a se tornar mais radicais, deixando que as figuras fossem completamente substituídas por simples composições de formas geométricas e algumas cores. A partir de 1918, ele deu início a uma série de composições baseadas puramente em uma grade de linhas verticais e horizontais delimitando áreasretangulares coloridas.

Matemática escolar só pode ser trabalhada em sala de aula de uma única forma, como afirma Chaves; referindo-se ao ETM:

[...] a aula expositiva ou expositivismo professoral é o principal dispositivo de controle daquilo que conhecemos como ensino tradicional de matemática (ETM), onde o conteúdo programático é o elemento central, principal e irrefutavelmente é colocado além do bem e do mal. A aula expositiva, nos moldes do ETM, é o lugar-comum da pregação enunciativa do expositivismo ou de práticas educativas expositivistas; uma aula onde o professor - ser falante - ocupa grande parte do tempo envolvido com a exposição, e, o aluno - ser ouvinte - aceita passivamente as verdades apresentadas. O ambiente de aprendizagem a que nos referimos, peculiar às práticas educativas expositivistas na aula de Matemática, identifica-se como um ambiente de aprendizagem pautado no ensino tradicional, apresentado através do discurso unilateral, do professor, com referências à Matemática e onde uma programação curricular rígida se põe à frente do processo. (CHAVES, 2004, p.79).

Sem que tenhamos a pretensão de dizer que existe um único caminho a seguir, pois o que apontamos é uma opção dentre tantas outras que existem, caminhos que podem oferecer uma importante contribuição ao binômio ensino e aprendizagem dos alunos.

Nesse sentido, Moreira (2010) define Matemática escolar como o conjunto de saberes “validado”, associado especificamente ao desenvolvimento do processo de educação escolar básica na disciplina. Assim, a Matemática escolar inclui tanto saberes produzidos e mobilizados pelos professores de Matemática em sua ação pedagógica na sala de aula da escola, quanto resultados de pesquisas que se referem à aprendizagem e ao ensino escolar de conceitos matemáticos, técnicas, processos etc. Desta forma, distanciamos-nos, em certa medida, de uma concepção de Matemática escolar que a identifica com uma disciplina “ensinada” na escola, para tomá-la como um conjunto de saberes associados ao exercício da profissão docente.

Muitas vezes, nos deparamos com situações em sala de aula em que é bastante comum nos comportarmos de maneira “tradicional”, ou seja, nos relacionando com a Matemática escolar de maneira em que nos deparamos com copos vazios que precisam ser cheios, nos relacionando com eles de maneira desprendida da realidade que cada um traz consigo, achando que todos podem aprender de maneira igual, repetindo velhas frases encobertas de indiferença do tipo “só não aprende quem não quer” ou “sou um ótimo professor eles é que não querem nada”, mitos positivistas que alimentam uma Matemática que funciona como

instrumento de exclusão social. Entretanto, existe a vontade e o desejo de acertar, de fazer algo de relevante em sala de aula que venha trazer respostas às angustias pelas quais passamos no exercício do magistério, toda vez que nos deparamos com resultados ruins, tanto de avaliações internas, como provas, testes e trabalhos, como de avaliações externas, tais como SAERJ⁷ e PROVA BRASIL⁸, que sem questionar os objetivos reais de tais avaliações, aos mais críticos, nos aponta o quanto estamos distantes de uma perspectiva crítica e social dos objetivos do ato de ensinar a Matemática na escola e a possíveis relações desta com outras áreas do conhecimento como Arte.

1.2 A Interdisciplinaridade numa visão Crítica com objetivos para o Ensino e a Aprendizagem da Matemática

Após colocarmos todas as nossas angústias, inquietações e preocupações acerca do trabalho docente, as aflições em busca de soluções reais nos aproximaram de uma visão de Educação Matemática que, inspirada pelas ideias de Japiassu (1976), coloca a interdisciplinaridade como solução ao distanciamento das áreas do conhecimento, no nosso caso Matemática e Arte, que historicamente eram próximas, como é possível notar nas obras de Escher, Da Vinci, (CHAVES; RODRIGUES, 2014 e RODRIGUES, 2015), Blake⁹, Dürer¹⁰, bem como em Bronowski (1983), Chaves e Rodrigues (2014), Rodrigues (2015), Zaleski Filho (2013) e, em vídeo, declarações de Ubiratan D'Ambrosio e Luiz Barco, na série Arte&Matemática, programa "O artista e o matemático"¹¹, gravado pela TV Cultura e apresentado pela TVEscola.

⁷ Avaliação em larga escala aplicada no final de cada ano letivo em turmas de 9º ano do Ensino Fundamental e no 3º ano do Ensino Médio, com o objetivo de avaliar o rendimento das escolas públicas estaduais do Rio de Janeiro.

⁸ Avaliação de âmbito Nacional aplicada pelo Ministério da Educação par a avaliar as escolas públicas de todos os estados da Federação que oferecem ensino Fundamental.

⁹ William Blake (1757 – 1827) – Inglês, poeta, tipógrafo e pintor. Sua pintura é definida como pintura fantástica, é considerada por Argan (2008) como a gênese do Simbolismo romântico. Deve-se a ele, inclusive, o termo Arte – no singular – e não mais artes (no plural), por considerar “pura atividade do espírito, que escapa à memória... A Arte é conhecimento intuitivo não mais das coisas individuais, mas das forças eternas e sobre-humanas da criação.” (ARGAN, 2008, p.35 – 36).

¹⁰ Albrecht Dürer (1471 – 1528) – alemão, gravador, tipógrafo, pintor, ilustrador, matemático e teórico da Arte. Para Argan (2008), Dürer foi o artista alemão mais famoso do Renascimento, tendo influenciado artistas do séc.XVI no seu país e nos Países Baixos.

¹¹ Vídeo 1, programa 3.

Segundo Japiassu (1976), podemos dizer que a interdisciplinaridade se apresenta sobre 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 todas as suas potencialidades e aspirações mais vitais;
- c) Contra o conformismo das situações adquiridas e das “ideias recebidas” ou impostas.

A obra esclarece que, de um ponto de vista epistemológico, as pesquisas interdisciplinares podem surgir de duas preocupações fundamentais: a primeira, relativa às estruturas e aos mecanismos comuns às diferentes disciplinas que são chamadas a ingressar num processo de interação ou de colaboração; a segunda relativa aos possíveis métodos comuns a serem instaurados para as disciplinas cooperantes.

Em Japiassu (1976), a interdisciplinaridade aparece como um instrumento e a expressão de uma crítica interna do saber, como um meio de superar o isolacionismo das disciplinas e uma maneira de abandonar a ideologia da independência de cada disciplina relativamente aos outros domínios da atividade humana e aos diversos setores do próprio saber; do outro, como uma modalidade inovadora de adequar as atividades de ensino e de pesquisa às necessidades sociais e profissionais, bem como de superar a distância que separa o saber escolar da sociedade.


Para efeito de esclarecimento é importante que deixemos bem claro a definição do que vem a ser interdisciplinaridade para que a confusão que se faz

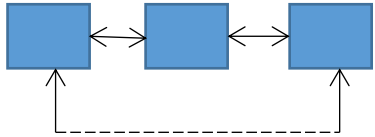
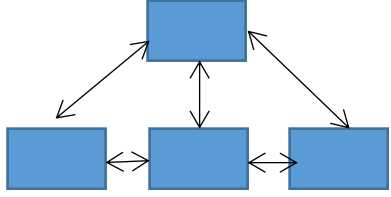
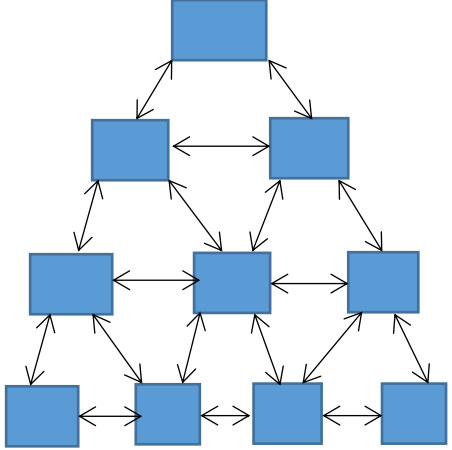
entre este termo e os demais sejam esclarecidos até mesmo para que possamos, à medida que tomamos conhecimento dos outros, possamos afastar qualquer definição errônea a respeito do que vem a ser uma abordagem interdisciplinar. Segundo Japiassu (1976)

Poderíamos a título de primeira aproximação, propor uma distinção entre multi e pluridisciplinar, de um lado, e interdisciplinar, do outro. Todavia, guardaremos como mais próprio para exprimir o papel atual da epistemologia das ciências humanas o termo “interdisciplinar”, só aceitando os demais na medida em que nos ajudarem a compreender o que é o primeiro. Por isso, devemos afastar como inadequado o termo “multidisciplinar”, pois só evoca uma simples justaposição, num trabalho determinado, dos recursos de várias disciplinas, sem implicar necessariamente um trabalho de equipe e coordenado. Quando nos situamos no nível do simples multidisciplinar, a solução de um problema só exige informações tomadas de empréstimo a duas ou mais especialidades ou setores de conhecimento, sem que as disciplinas levadas a contribuir por aquela que as utiliza sejam modificadas ou enriquecidas. Em outros termos, a démarche multidisciplinar consiste em estudar um objeto sobre diferentes ângulos, mas sem que tenha necessariamente havido um acordo prévio sobre os métodos a seguir ou sobre os conceitos a serem utilizados. (JAPIASSU, 1976, p.72-73)

Os diferentes tipos de cooperação, tanto o multi como o pluridisciplinar realizam apenas um agrupamento, sem relação entre as disciplinas envolvidas, ou com alguma relação (o segundo): um tem por objetivo a construção de um sistema disciplinar de apenas um nível e com diversos objetivos distintos, mas dando margem a cooperação, embora excluído toda coordenação. Enquanto que no interdisciplinar há dois níveis de cooperação, em que as disciplinas cooperam entre si e que podemos perceber uma hierarquização entre as áreas de maneira em que há uma interação entre as disciplinas do primeiro nível em prol da do segundo nível, e esta em relação às do primeiro. No transdisciplinar há também uma hierarquização das disciplinas que cooperam mutuamente entre si como descreve no quadro abaixo

Tabela 1: Descrição do grau de cooperação e de coordenação entre as disciplinas.

Descrição Geral	Tipo de sistema	Configuração
MULTIDISCIPLINARIDADE : Gama de disciplinas que propomos simultaneamente, mas sem fazer aparecer as relações que podem existir entre elas.	Sistema de um só nível e de objetivos múltiplos; nenhuma cooperação.	

<p>PLURIDISCIPLINARIDADE : Justaposição de diversas disciplinas situadas geralmente no mesmo nível hierárquico e agrupadas de modo a fazer aparecer as relações existentes entre elas.</p>	<p>Sistema de um só nível e de objetivos múltiplos; cooperação, mas sem coordenação.</p>	
<p>INTERDISCIPLINARIDADE : Axiomática comum a um grupo de disciplinas conexas e definida no nível hierárquico imediatamente superior, o que introduz a noção de finalidade.</p>	<p>Sistema de dois níveis e de objetivos múltiplos; coordenação procedendo do nível superior.</p>	
<p>TRANSDISCIPLINARIDADE: Coordenação de todas as disciplinas e interdisciplinas do sistema de ensino inovado, sobre a base de uma axiomática geral.</p>	<p>Sistema de níveis e objetivos múltiplo; coordenação com vistas a uma finalidade comum dos sistemas.</p>	

Fonte: JAPIASSU, 1976. p.73 – 74.

Vemos que a interdisciplinaridade caracteriza-se pela intensidade das trocas entre as disciplinas envolvidas e pelo grau de integração real entre elas, levando em consideração a relação entre a Matemática e a Arte, vemos possibilidades de trabalhar determinados conteúdos matemáticos a partir de uma crescente reciprocidade entre as disciplinas à medida que passamos por estágios de cooperação e trocas contínuas, começamos a perceber reciprocidade no intercâmbio, de tal forma, que no final do processo, cada disciplina saia enriquecida. Reconhecemos uma abordagem interdisciplinar todas as vezes que conseguimos fazer com que disciplinas tidas como diferentes, ou até mesmo antagônicas, se apropriam uma da outra, no que se referem às suas especificidades e características próprias em prol de um projeto que consiste em mostrar como a tarefa de ensinar, do professor de Matemática, pode ser bem sucedida quando ele aborda

determinados conteúdos utilizando a Arte como fio condutor para essa aprendizagem.

Em Japiassu (1976) pudemos constatar que o papel específico da interdisciplinaridade é de construir pontes em que possamos atravessar as fronteiras entre uma área do conhecimento e outra, cuja história mostra que tais áreas no passado eram mais próximas, dialogando entre si possibilitando maior diálogo e interação no processo de ensino e a incorporação de atividades que façam conexão com o mundo real de forma a tornar nula a fragmentação do conhecimento à medida que o aluno consiga ver relação entre o saber teórico e sua aplicação seja ela no passado ou no presente ou até mesmo no futuro.

Todo o exposto constitui o ponto de partida ou pano de fundo da proposta desenvolvida. Porém, como a obra supracitada ressalta, não podemos alimentar ilusões, pois ainda está por ser construída uma teoria do interdisciplinar. Para tanto, talvez fosse preciso confrontar as experiências já realizadas e suscitar novas experiências, a fim de precisar em que condições se fazem as novas descobertas.

Tais ideias, aqui trabalhadas, só reforçam a necessidade de fazer com que Matemática e Arte dialoguem de maneira a produzirem frutos que alimentem a aprendizagem e deem forças para que o ato de ensinar Matemática seja efetivamente colocado em prática.

No tópico seguinte tentaremos apresentar uma(s) possibilidade(s) de como ocorreu a ruptura entre a Matemática e a Arte e de que forma podemos recriar uma ponte entre as fronteiras de tais áreas do conhecimento.

1.3 Recriando uma ponte entre a Matemática e a Arte

Para Tomaz e David (2008), as demandas do mundo contemporâneo fazem com que a sociedade passe a ter que assimilar novos conhecimentos para lidar com fatos e fenômenos do cotidiano. Naturalmente, espera-se que a educação se apresente como uma possibilidade de acesso da população a tais conhecimentos, que são validados pela sua incorporação às práticas sociais. 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. A Matemática vem ganhando espaço nesse cenário e sendo demandada a produzir modelos para descrever ou ajudar a compreender fenômenos

nas diversas áreas do saber, produzindo conhecimentos novos nessas áreas, ao mesmo tempo em que se desenvolve enquanto campo de conhecimento científico.

Contraditoriamente a escola não tem atendido a essas demandas tanto sociais, econômicas e culturais, as disciplinas escolares se mostram incapazes de ouvir a sociedade, pois continuam se comportando de maneira compartimentalizada, como verdadeiras ilhas que ignoram tudo aquilo que se passa a sua frente, enquanto que as mudanças ocorridas na sociedade acenam para uma reformulação dos currículos escolares no Brasil, que venha de encontro às necessidades cada vez mais emergentes. Os PCN são um bom exemplo de frutos, mesmo que ainda muitos poucos, de como as demandas da sociedade tem impactado a educação, além disso, muitas pesquisas em Educação Matemática têm produzido e ampliado consideravelmente o conhecimento sobre os processos de Aprendizagem, de construção de conhecimento, significado e metodologias alternativas de Ensino, tais pesquisas têm alavancado reformulações curriculares e novas ações pedagógicas como os PCN citado anteriormente.

Reforçando o que dizemos, tomamos como referencial a seguinte ideia:

Assim, na tentativa de dar conta da complexidade das situações a que os indivíduos estão sendo submetidos e das tendências atuais defendidas no campo da Educação, o discurso escolar passou a defender a organização dos conteúdos incorporando as perspectivas da interdisciplinaridade e da contextualização, que se refletiram também nos livros didáticos¹², nas propostas pedagógicas dos sistemas de ensino municipais e estaduais¹³. A Matemática escolar passa a ser vista como um meio de levar o aluno a uma participação mais crítica na sociedade, pois a escola começa a ser encarada como um dos ambientes em que as relações sociais são fortemente estabelecidas. (TOMAZ; DAVID, 2012, p.14)

1.4. O Modelo dos Campos Semânticos

Julgamos necessário para o entendimento e análise das atividades desenvolvidas em sala de aula, apresentar algumas noções do MCS. Assim partimos de um termo comum nesse estudo que é a noção de significado que segundo Lins e Gimenes (1997, p.145), “Significado é o conjunto de coisas que se

¹²Entre outros, citamos os livros didáticos escritos por Imenes e Lellis (1999) e Marcondes, Gentil e Greco (2000) onde essa perspectiva fica evidenciada, segundo o Guia do Livro Didático editado pelo MEC, em 2007, para o PNL D 2008.

¹³Ver proposta de Escola Plural (1997) ou CBC – SEE – MG (2005)

diz a respeito de um objeto. Não o conjunto do que se poderia dizer, e, sim o que efetivamente se diz no interior de uma atividade”. É aquilo que efetivamente se diz sobre o objeto, que segundo a mesma obra, é algo a respeito do que se pode dizer algo. Ele é produzido através da relação do sujeito com o mundo ao qual ele pertence e que lhe coloca à disposição vários modos de produção de significados que são históricos, sociais e culturais. Em outras palavras, o significado é produzido na relação do sujeito com seus interlocutores.

Não se trata de *alí* estão os objetos e aqui estou eu, para a partir daí eu descobrir seus significados; ao contrário, eu me constituo enquanto ser cognitivo através da produção de significados que realizo, ao mesmo tempo em que constituo objetos através destas enunciações (LINS, 2004a, p.86).

Podemos entender como ser cognitivo, no caso da sala de aula, o material didático e os exercícios que são utilizados pelos alunos, que diferem dos *seres biológicos* da sala de aula. Este ser cognitivo, contemplado no MCS:

[...] o leitor constitui sempre um autor, e é em relação ao que este “*um autor*” diria que o leitor produz significado para o texto (que assim se transforma em texto). Outra vez, o um autor é um ser cognitivo e não biológico, e não precisa corresponder de fato a nenhum outro real (LINS, 1999, p.82).

As diversas leituras que são feitas, em relação a um texto, são tentativas de se aproximar cognitivamente deste autor, mas que, a priori é inalcançável em sua plenitude.

No processo cognitivo, quando alguém está produzindo significados, existem algumas afirmações que a pessoa faz e, tomando como localmente válidas, não sente necessidade de justificá-las. A essas crenças-afirmações Lins (1995) chamou de estipulações locais. Ao conjunto das estipulações locais denominamos núcleo

De acordo com Lins e Gimenes (1997):

Os elementos de um núcleo funcionam como estipulações locais: Localmente são ‘verdades absolutas’, coisas que assumimos sem que haja a necessidade de uma infinita cadeia regressiva de justificações. O que é importante e revelador é que esse “localmente” se refere ao interior de uma atividade, e que no processo dessa atividade esse núcleo pode se alterar pela incorporação de novas estipulações até ali assumidas. (LINS e GIMENEZ, 1997, p.144).

Caminhando na direção de reforçar a definição de núcleo, Lins e Gimenes (1997) observam:

Um núcleo pode ser constituído por um diagrama, por um desenho, por uma balança, por um conjunto de princípios (axiomas, por exemplo), por uma situação “realista” ou ficcional. O que importa é que é em relação aos objetos do núcleo que vai ser produzido significado, seja para que texto for. Núcleos não se referem especificamente a “conteúdos” ou “áreas de conhecimento”: em relação ao mesmo núcleo de balança de dois pratos, é possível produzir significado para uma equação, para a noção de justiça ou para fenômenos físicos diversos. (LINS e GIMENES, 1997, p.144).

Um núcleo, no sentido proposto no MCS, não se refere a algo estático, um conjunto de coisas, e sim, a um processo que se constitui e muda no interior de atividades e com outras atividades novos núcleos se constituem e assim acontece o processo. Aquilo que pode ser feito com os objetos constituídos pela produção de significados no interior de um núcleo é denominado lógica das operações.

Segundo Silva (2003) olhar para a maneira como as pessoas operam, para a lógica das operações, nos ajuda a detectar dificuldades de aprendizagem. No MCS as dificuldades de aprendizagem podem se apresentar de duas formas: como um limite epistemológico ou como um obstáculo epistemológico. De acordo com Lins e Gimenez (1997) um Obstáculo Epistemológico é o processo no qual um aluno, operando dentro de um campo semântico, poderia potencialmente produzir significado para uma determinada situação problema, mas não produz. Já um Limite Epistemológico seria a impossibilidade do aluno em produzir significado para um resíduo de enunciação devido à lógica das operações com que opera.

Para o MCS processo comunicativo não corresponde a ideia tradicional de comunicação; isto é, aquela que corresponde à troca de alguma “coisa” na transmissão. Assim, Lins (1999) estabelece autor, texto e leitor como elementos constitutivos do processo comunicativo.

O autor é aquele que, no processo, produz a enunciação: um professor em uma aula expositivo-explicativa, um artista plástico expondo seus trabalhos ou um escritor apresentando sua obra. O leitor é aquele que, no processo, se propõe a produzir significados para o resíduo das enunciações como, por exemplo, o aluno que, assistindo à aula, busca entender o que o professor diz o crítico de arte ou o leitor do livro. Já o texto, é entendido como qualquer resíduo de enunciação para o qual o leitor produza algum significado. (SILVA, 2003, p.62)

Quando este autor fala, ele sempre fala para alguém. Entretanto, este alguém

não representa um ser biológico, mas um ser cognitivo. Ou seja, este autor fala numa determinada direção, constituindo este um leitor como interlocutor Silva (2003).

Segundo Lins (2012) O interlocutor é uma direção na qual se fala. Quando falo na direção de um interlocutor é porque acredito que este interlocutor diria o que estou dizendo e aceitaria/adotaria a justificação que me autoriza a dizer o que estou dizendo.

Podemos dizer que a leitura plausível pode ser entendida como a produção de significados que eu estabeleço para as falas dos meus sujeitos de pesquisa. De acordo com Silva (2003, p.66), “é buscar fazer uma leitura do outro através de suas legitimidades, seus interlocutores, compartilhando o mesmo espaço comunicativo”. Segundo Lins (1999, p.93), “toda tentativa de se entender um autor deve passar pelo esforço de olhar o mundo com os olhos do autor, de usar os termos que ele usa de uma forma que torne o todo de seu texto plausível”.

Recordando que produzir significado, nas palavras de Lins e Gimenes (1997) é “falar a respeito de um objeto”. Assim Lins (2012) define Campo Semântico como um processo de produção de significado, em relação a um núcleo, no interior de uma atividade.

Cabe aqui esclarecer que a escolha do MCS para análise das atividades aconteceu devido à possibilidade do pesquisador de desenvolver uma leitura da produção de significados dos sujeitos de pesquisa, olhando para os objetos com os quais o indivíduo está operando, procurando entender, do ponto de vista deste sujeito de pesquisa, o motivo que o levou a dizer o que disse e a fazer o que fez.

Desta forma, não olhamos o outro pela falta, isto é, não cremos neste caso haver “erro” a ser identificado ou ajustado. Assim reunindo as ideias do MCS aqui apresentadas, no capítulo 4, iremos a campo e analisaremos o conhecimento produzido pelos 6 sujeitos da pesquisa.

A ARTE COMO MEIO PARA O ENSINO DA MATEMÁTICA

[...] *as figuras geométricas são o essencial do desenho. A Geometria, ciência que tem por objeto o espaço, sua medida e suas relações, tem sido em todas as épocas a regra essencial da pintura. Até hoje, as três dimensões da Geometria Euclidiana foram suficientes para as inquietudes que o sentimento infinito desperta na alma dos grandes artistas. Os pintores novos, como seus antecessores, não se propuseram a serem geômetras. Mas pode-se dizer que a geometria é para as artes plásticas o que a gramática é para a arte do escritor.*

Guillaume Apollinaire.

Levando em consideração o que foi exposto até então, podemos considerar que a produção de tarefas contextualizadas, que levem em consideração a relação entre a Matemática e a Arte são instrumentos que facultam uma aprendizagem que, além de romper com o ETM e seus dispositivos de controle, facultam, a partir de uma abordagem contextualizada, a formação integral do indivíduo (*enkúklios paideia*¹⁴), que Chaves (2004) – ao dialogar com pensadores da pedagogia e da filosofia libertárias – apresenta (a formação integral – *enkúklios paideia*) como possibilidade de ruptura à cultura de controle e sequestro de indivíduos e suas vontades, rompendo assim, com a inércia mantenedora dos atuais quadros de exclusão e fracasso que permeiam o ensino de Matemática. À medida que, através da interdisciplinaridade entre essas duas disciplinas acontece a convergência, criam-se pontes entre elas e o aluno, que passa a perceber que tal prática de ensino faz sentido para si e assim se dá aprendizagem da Matemática escolar.

Neste capítulo, apresentaremos a trajetória percorrida na fase inicial do estudo. Nela, procuramos recuperar o vínculo da Matemática com a Arte, mostrando um breve histórico dos períodos mais importantes para a arte, que vão das pinturas rupestres, passando pelo Renascimento até o período Neoconcretista dentro do contexto da perspectiva da pintura e sua relação com a Matemática.

O nosso foco não é somente o ensino da Geometria, mas a Matemática como um todo, pois pensando em nossa prática pedagógica e partindo de ações que

¹⁴Para os gregos o saber só podia exercer-se no âmbito da totalidade. O conhecimento do particular só tinha sentido na medida em que remetia ao todo. A esse esquema epistemológico global corresponde uma pedagogia unitária. Os mestres gregos, particularmente os sofistas, foram os criadores da “cultura geral”. Seu programa de ensino foi denominado de *enkúklios paidéia* ou, segundo a expressão latina, de *orbis doctrinae*. Concretamente, consistia no ensino da gramática, da Dialética e da Retórica (*trivium*), bem como da Aritmética, da Geometria, da Música e da Astronomia (*quadrivium*).

promovam a aprendizagem, propomos um olhar para diversos artistas que na história, passada e presente, possam contribuir de maneira efetiva para que tais atividades elaboradas a partir de suas obras possam propiciar aos alunos uma aprendizagem significativa dos conteúdos matemáticos de tal forma que haja um ensino eficaz nos seus objetivos e que a aprendizagem aconteça de fato.

Assim, tomaremos como premissa que, a Arte, mais especificamente a pintura, possa contribuir para que o olhar do aluno se volte para o belo, à intuição e à imaginação; além disso, aprender uma disciplina através de obras de arte pode educar o indivíduo para um olhar capaz de perceber, através da criticidade desse olhar, uma realidade além das aparências. Além disso, segundo Barbosa (1991, p.4-5):

A arte não é apenas básica, mas fundamental na educação de um país que se desenvolve (...). Não é possível uma educação intelectual, formal ou informal, sem a 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 pretendermos uma educação não apenas intelectual, mas principalmente humanizadora, a necessidade da arte é ainda mais crucial para desenvolver a percepção e a imaginação, para capturar a realidade circundante e desenvolver a capacidade criadora necessária à modificação dessa realidade.

Como vimos, não só para a Matemática e para a Arte, mas também à Educação em geral, imaginação e intuição são instrumentos indispensáveis à construção do conhecimento.

Assim buscamos formar um aluno que seja capaz de, através das pinturas, identificar relações matemáticas presentes que possam ser exploradas em prol da sua aprendizagem matemática.

Neste capítulo, apresentaremos um pouco da História da Matemática e a Arte, assim como seus pontos de ligação, além de mostrar mais adiante como se deu a ruptura entre essas duas áreas para então mostrarmos como se deu a retomada desse vínculo.

2.1 A presença da Matemática na Arte

O que é Arte? Por que o homem a cria? Poucas perguntas provocariam um debate tão caloroso e resultando em tão poucas respostas satisfatórias. Haja visto que, se não podemos chegar às respostas definitivas pelo menos há muitas coisas que podemos dizer.

Segundo Janson (1996) o homem cria Arte como uma necessidade de reestruturar a si mesmo e o ambiente a sua volta de maneira idealizada, compreendendo a compreensão mais profunda e as mais altas inspirações do seu criador. Além disso, a Arte nos dá a possibilidade de comunicar à concepção que temos das coisas através de procedimentos que talvez não pudessem ser expressos de outra forma.

Assim a Arte tem sido considerada um diálogo visual, pois expressa a imaginação de seu criador.

Como nos lembra os professores Ubiratan D'Ambrosio e Luiz Barco, no programa "O artista e o matemático" (TV Cultura) da série Arte&Matemática, os primeiros registros da Arte que chegaram até os nossos dias ocorreram no que chamamos de período Paleolítico há cerca de trinta e cinco mil anos, as obras características desse período estão associadas a imagens de animais pintadas nas superfícies rochosas do interior de cavernas como as de Altamira, na Espanha ou Lascaux, na França, expondo uma relação dessas imagens com ritos mágicos, que perante a sensibilidade de suas linhas, a elegância das figuras ou a captação quase que impressionista das qualidades dos movimentos. A relação entre Matemática e Arte também está presente em Zaleski Filho (2013), Chaves e Rodrigues (2014), Rodrigues (2015), Fainguelernt e Nunes (2006) e Nunes (2009).



Fonte: LOPERA, José Alvarez. ANDRADE, José Manuel Pita. *História Geral da Arte*, p.23.
Figura 1: Bisão estripado investindo contra um homem com cabeça de ave e pássaro num poleiro.

Além de ser muito comum nesse período a presença de animais como tema principal da Arte, chamada de rupestre, praticada pelo homem do Paleolítico, encontramos aí os primeiros registros de contagem, dos quais temos poucos registros desse tipo de produção, mesmo assim, isto já nos dá as primeiras conexões entre a Matemática e a Arte.

Um bom exemplo desse tipo de artefato foi encontrado em 1960 pelo geólogo explorador belga, Jean de Heinzelin de Braucourt (1920 – 1998), que descobriu no que atualmente é a República Democrática do Congo, em Ishango, próximo da nascente do Rio Nilo, um osso de babuíno inscrito com riscos que possui uma coluna de marcações que começa com três entalhes que duplicam para seis. Quatro entalhes que duplicam para oito e dez entalhes que são reduzidos para a metade. Este fato pode sugerir um conhecimento simples do conceito de duplicação ou de redução para a metade. Em outras colunas os números são todos ímpares (9, 11, 13, 17, 19 e 21). Uma das colunas contém os números primos entre 10 e 20, e os números em cada coluna produzem a soma de 60 ou 48, ambos múltiplos de 12.



Fonte: PICKOVER, Clifford A. O livro da Matemática: de Pitágoras à 57ª dimensão, 250 marcos da história da matemática, p.27.

Figura 2: Osso de Ishango, datado de cerca de 35.000 a.C.

Verificamos em Boyer (1974) que tais descobertas arqueológicas fornecem provas de que a ideia de número é muito mais antiga do que progressos tecnológicos como o uso de metais ou de veículos com rodas. Precede a civilização e a escrita, no sentido usual da palavra, pois artefatos com significado numérico tais como os ossos descritos anteriormente (Cf. figura 2), vêm de um período cerca de trinta e cinco mil anos atrás.

As pinturas realizadas pelos povos do mundo antigo, como egípcia, babilônica, grega, romana, num período que vai aproximadamente de 40000 a.C. a 200 d.C., possuíam características bastante peculiares.

Na Arte egípcia, há a presença, um tanto marcante de temas relacionados a crenças religiosas e à organização social, onde as figuras são representadas com certo realismo e os personagens são apresentados de perfil, conforme a *lei da frontalidade*¹⁵ os personagens apresentam o tronco e os olhos de frente, numa tenta

¹⁵A Lei da Frontalidade, ou frontalismo, é uma das convenções mais intrigantes da arte do antigo Egito. Embora seja uma arte estilizada é também uma arte de atenção ao pormenor, de detalhe realista, que tenta apresentar o aspecto mais revelador de determinada entidade, embora com restritos ângulos de visão. Para esta representação são só possíveis três pontos de vista pela parte do observador: de frente, de perfil e de cima, e que cunham o estilo de uma forte componente estática, de uma imobilidade solene. O corpo humano, especialmente o de figuras importantes, é representado utilizando dois pontos de vista simultâneos, os que oferecem maior informação e favorecem a dignidade da personagem: os olhos, ombros e peito representam-se vistos de frente; a cabeça e as pernas representam-se vistos de lado. O fato de, ao longo de tanto tempo, esta arte pouco ter variado e se terem verificado poucas inovações, numa primeira análise, julgou-se que esta forma de retratação estaria ligada à incapacidade ou ingenuidade do desenhista. De acordo com análises posteriores, no entanto, chegou-se à conclusão de que existiriam outras razões para este fenômeno, aos rígidos cânones e normas a que os artistas deveriam obedecer e que, de certo modo, impunham barreiras ao espírito criativo individual.

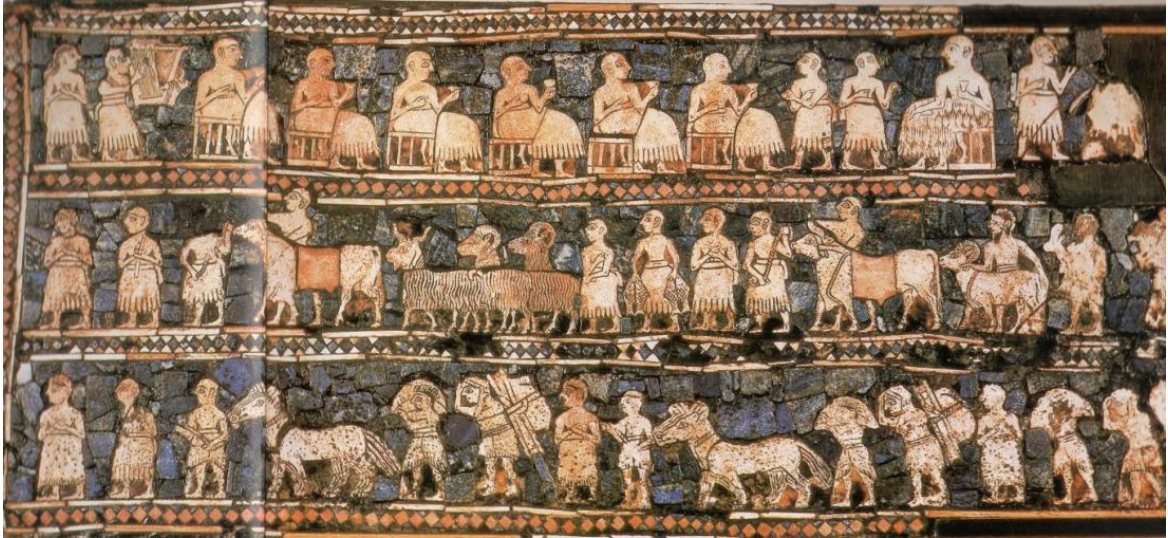
tentativa de representar as diferentes partes do corpo da forma mais caracterizada possível; as pernas sempre aparecem sendo vistas pela sua face interna; os braços costumam estar colados ao corpo, e quando um deles se levanta, à altura do antebraço, geralmente é o mais afastado, ignorando assim as leis da perspectiva.



Fonte: MARIE, Rose. HAGEN, Rainer. Los secretos de las obras de arte, p.8
Figura 3: Anônimo: o Livro dos Mortos do escriba Ani, por volta de 1300 a.C.

Os gregos, como diz Cajori (2007), são unânimes em atribuir aos egípcios, à prioridade da invenção das ciências matemáticas. Os papiros Rhind e Ahmes são tidos como verdadeiros manuais de Matemática, contendo problemas de Aritmética e Geometria.

Na Arte mesopotâmica os personagens são retratados hierarquicamente, o tamanho de cada personagem indica seu poder e a sua importância na sociedade na qual ele faz parte. O artista tenta criar movimento à medida que coloca em sua obra personagens em posições diferentes.



Fonte: LOPERA, José Alvarez. ANDRADE, José Manuel Pita. *História Geral da Arte*, p.32 – 33.
Figura 4: Estandarte Real de Ur.

A pintura grega caracteriza-se por um estilo próprio chamado estilo geométrico, cuja sua utilização era empregada na decoração cerâmica em que eram aplicados desenhos geométricos – triângulos, formas em xadrez, círculos concêntricos – mas, por volta de 800 a.C., figuras humanas de animais começaram a aparecer no interior de uma concepção geométrica, chegando ao domínio do espaço ilusionista.



Fonte: LOPERA, José Alvarez. ANDRADE, José Manuel Pita. *História Geral da Arte*, p.47.
Figura 5: Hidra, recipiente criado para guardar água.

Para Lopera (1995), já no século IV a.C. cujo início foi marcado pela morte de Sócrates e a ascensão do seu discípulo Platão, a pintura grega alcançou o seu maior esplendor com o domínio dos recursos pictóricos, fundamentalmente o uso da luz e da perspectiva, além disso alguns artistas como Eupompos, acreditavam que a Arte deveria se basear no estudo das Matemáticas e nas regras de proporção, cuja sua utilização era aplicada na Arquitetura clássica dos templos.

É importante comentarmos que muitos dos avanços pelo qual a Grécia passou está associado ao intercâmbio comercial entre os gregos e os egípcios. Cajori (2007) nos conta que por volta do sétimo século a.C. um ativo intercâmbio comercial expandia-se entre a Grécia e o Egito. Naturalmente havia uma troca de ideias, bem como de mercadorias. Os gregos, sedentos de conhecimento, procuram os sacerdotes egípcios para se instruírem. Tales, Pitágoras, Cenópides, Platão, Demócrito, Eudoxo, todos visitarem a terra das pirâmides.

De tudo que vimos anteriormente a arte romana sofreu profunda influência da pintura helenística, cujos pintores eram italianos, mas que possuíam formação grega, ou eram artistas gregos radicados em Roma, que era dominadora do Mediterrâneo. Essa influência grega e admiração pela Arte helenística pelos romanos segundo Lopera (1995) durou até o século I da nossa era. Mas segundo a mesma obra nem tudo na pintura romana é cópia da pintura grega, mesmo em menor quantidade a pintura mural, em que cenas, paisagens ou natureza morta são retratadas sobreviveram ao tempo, preservadas na cidade soterrada de Pompéia.



Fonte: LOPERA, José Alvarez. ANDRADE, José Manuel Pita. História Geral da Arte, p.45.

Figura 6: O suplício de Penteo – séc. I A.C. – Fresco. Casa dos vetios. Pompéia.

A Antiguidade clássica era vista como o período em que o homem atingira o apogeu do seu poder criador e que terminaria abruptamente com as invasões bárbaras que haviam destruído o Império Romano. Pouco se realizara no intervalo de mil anos de “trevas” que então se seguiu, mas agora, finalmente, esse tempo intermediário ou Idade média dava lugar a um ressurgimento de toda aquela Arte e ciência que haviam florescido nos tempos antigos.

O Renascimento foi o primeiro período da História a ser consciente de sua própria existência e também a criar um termo para se designar. Segundo Zaleski Filho (2013), com a conquista de Constantinopla pelos turcos, em 1453, houve um colapso no Império Bizantino, ocasionando uma volta de todos os artistas e intelectuais, trazendo consigo tesouros do pensamento antigo. Nesse período a Itália, liderada pelas cidades de Florença, Roma e Veneza, revela ao mundo ocidental visões de uma nova Arte, uma Arte que como nenhuma outra consegue associar os estudos de luz e sombra aos trabalhos do pintor Piero Della Francesca¹⁶, cuja obra baseava-se na perspectiva científica e figuras geométricas, servindo de inspiração para artistas como Leonardo Da Vinci, Michelangelo¹⁷, Rafael¹⁸ e outros.

¹⁶Nasceu em Borgo San Sepolcro, Itália, entre 1410 e 1420. Em 1439 viveu em Florença, onde foi aluno de Domenico Veneziano. Em 1442 tornou-se conselheiro municipal de Borgo San Sepulcro, onde executou seu primeiro trabalho, para a confraria da Misericórdia. Trabalhou durante sete anos nos afrescos da igreja de San Francisco, em Arezzo, nesta obra monumental, conhecida como “A lenda da cruz verdadeira”, destacou-se como teórico da arte, realizou investigações técnicas sobre questões pictóricas, geométricas e arquitetônicas. Dos tratados que escreveu, conservam-se apenas dois, sobre perspectiva e geometria. Piero della Francesca morreu na mesma cidade que nasceu em 12 de outubro de 1492.

¹⁷Nasceu em 1475 em Caprese, localidade próxima à cidade toscana de Arezzo, Itália. Mudou-se para Florença ainda criança, onde, em 1488, entrou como aluno para o ateliê do pintor Domenico Ghirlandaio, com quem aprendeu as técnicas de afresco e painel. A Michelangelo se devem obras imortais da escultura, como o “Davi” e o “Moisés”; da arquitetura, como a cúpula da basílica de São Pedro; e da pintura, como os afrescos da capela Sistina. Além de uma notável obra literária, tanto em prosa como em verso. Morreu em Roma, em 18 de fevereiro de 1564, aos 88 anos de idade.

¹⁸Rafaello Sanzio, conhecido em português como Rafael, nasceu em Urbino, na Itália, em 6 de abril de 1494, admirado pela aristocracia e pela corte papal, que o viam como o “príncipe dos pintores”, foi encarregado pelo papa Júlio II de decorar com afrescos as salas do Vaticano, criou outras obras de destaque como o “Casamento da Virgem”, onde é evidente o uso da perspectiva e a relação de proporcionalidade entre as figuras, executou muitas outras obras onde teve influência das técnicas utilizadas por Leonardo Da Vinci e Michelangelo. Coberto de honrarias morreu em 6 de abril de 1520, em Roma, aos 37 anos de idade.



Fonte: JANSON, H.W. JANSON, Anthony F. Iniciação à história da arte, p.169.
Figura 7: Piero della Francesca. A prova da verdadeira Cruz. C. 1460. Afresco. Igreja de São Francisco, Arezzo.

Com o Renascimento, no século XVI, houve um período de crescimento da atividade intelectual, com o crescimento na Europa de insurgências contra a ordem eclesiástica materializada pelos seus dogmas, começam a surgir grandes nomes da ciência como Johann Müller, mais conhecido como Regiomontanus¹⁹, Copérnico²⁰, Rhaetico²¹ e Kepler²², surgidos em uma Alemanha que tinha alcançado imensa prosperidade material e que devido ao seu comércio com outros estados independentes, além das questões comerciais também se beneficiavam de um intercâmbio artístico. Segundo Cajori (2007), nessa época a Alemanha tinha acumulado uma riqueza considerável e a Liga Hansniana²³ comandava o comércio do norte. Estreitas relações comerciais existiam entre a Alemanha e a Itália, cujos grandes centros intelectuais eram Florença e Veneza, tendo feito grandes

¹⁹Nasceu em 1436. Astrônomo e matemático alemão foi responsável pelo renascimento da Trigonometria na Europa. Realizou também importantes observações sobre os cometas, faleceu em 1476.

²⁰Nasceu em Torun, Polônia, em 19 de fevereiro de 1473, numa família de ricos negociantes. Aos 18 entrou para a Universidade de Cracóvia, famosa na época por empreender o estudo da Matemática como fundamento da Astronomia. Revolucionou a Ciência e a Filosofia da época ao afirmar que a Terra não era o centro do universo, mas se movia ao redor do Sol. Morreu em 24 de maio de 1543 em Frauenburg.

²¹Astrônomo e matemático austríaco, nasceu em 1514. O primeiro a adotar e desenvolver a teoria heliocêntrica de Nicolau Copérnico, morreu em 1576.

²²Astrônomo alemão, nasceu em 1571. Principal teórico da revolução da astronomia promovida no Renascimento, demonstrou as leis básicas do movimento planetário da mecânica celeste que descrevem os movimentos dos planetas no sistema solar. Faleceu em 1630.

²³Também conhecida como Liga Hanseática foi uma organização instituída por associações de comerciantes das cidades do norte da Alemanha com a finalidade de defender seus interesses. Entre os séculos XIII e XV, converteu-se numa potência econômica e política.

progressos na Álgebra, enquanto que a Alemanha, o progresso aconteceu em Astronomia e Trigonometria.

Sobre a Matemática desse período Taton (1960) afirma que “no domínio das matemáticas, ao mesmo tempo em que se revela a riqueza da herança grega, italianos e alemães rivalizam na criação de uma verdadeira álgebra”.

No que se refere à Arte os renascentistas procuravam reproduzir a natureza em seus mínimos detalhes.

A concepção que prevalece a partir dessa época, e para cujo triunfo colaboraram, entre outros, um Leonardo da Vinci (1452 – 1519), um Giordano Bruno²⁴ (1548-1600) e um Galileu²⁵ (1564-1642), é que a Natureza é um todo vivo, animado e regido por leis intrínsecas que governam o curso dos astros, a queda dos corpos, a circulação do sangue, a distribuição dos elementos, o ciclo das marés e o equilíbrio das massas. Galileu dizia que o livro da Natureza está escrito em linguagem matemática, e que suas palavras são círculos e outras figuras geométricas. Essas palavras também são leis, determinando as formas dos seres existentes por certas relações constantes, de ordem geométrica, essenciais à perfeição do todo, e que definem a beleza própria das coisas naturais que a arte tem por objeto representar. (NUNES, 2006, p.41).

Concordamos com Nunes (2006) quando observamos como se deu o desenvolvimento da Matemática nesse período que coincide com a formação de estados independentes, as grandes navegações e o crescimento dos grandes centros, assim como o surgimento de uma pintura cuja manifestação era por meio da utilização da Matemática através do uso da perspectiva e a Geometria com a proporção áurea.

²⁴ Filósofo, astrônomo e matemático italiano, nasceu em Nola, perto de Nápoles, em 1548. Prenunciou o avanço da ciência com suas teorias do universo infinito e da multiplicidade dos mundos. Rejeitou a astronomia geocêntrica tradicional e foi além da teoria heliocêntrica de Copérnico, que ainda admitia a existência de um universo finito. Sem jamais abjurar suas ideias, foi condenado à morte e queimado na fogueira, em Roma, em 17 de fevereiro de 1600, após um processo do Santo Ofício que se arrastou durante 7 anos. Bruno é lembrado como mártir da liberdade de pensamento, pela firmeza com que manteve suas ideias perante os tribunais da Inquisição.

²⁵ Nasceu em Pisa, Itália, em 15 de fevereiro de 1564, Galileu inaugurou uma nova fase na história da ciência, ao defender o racionalismo matemático como base do pensamento científico e ao criar a ideia moderna da experimentação científica, combinando a indução experimental e o cálculo dedutivo. Em 1632, publicou o que se tornaria seu principal trabalho, *Diálogo sopra i due massimi sistemi del mondo, tolemaico e copernicano* (*Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo, ptolomaico e copernicano*). A obra provocou acirrada polêmica e as ideias de Galileu foram consideradas por muitos mais perigosas que as de Lutero e Calvino. Julgado pela Inquisição, concordou em abjurar para evitar condenação maior. Morreu em 1642, em Arcetri, perto de Florença.



Fonte: JANSON, H.W. JANSON, Anthony F. Iniciação à história da arte, p.143.
Figura 8: Anunciação (1472-1473) – Leonardo Da Vinci.

Ninguém como Leonardo Da Vinci personificou o artista do período renascentista com tanta propriedade como ele, pois quando pensamos na sua dedicação à Arte, aos seus desenhos bélicos, aos seus projetos de canalizações e de dissecações de zonas pantanosas, aos seus estudos de Anatomia, Botânica, Hidrodinâmica, Geologia, sobre o voo dos pássaros ou a invenção de aparelhos voadores, mas a sua dispersão em vários temas ao mesmo tempo. A sua pintura como trabalho mental e recriação da natureza implicava o conhecimento íntimo dos fenômenos desta, das suas manifestações, processos, causas e conhecimento.

Aqui, como diz Lopera (1995), Leonardo mostra-se como o primeiro homem moderno, alcançado apenas pela experiência. Nas palavras de Leonardo Da Vinci: “Parece-me, escreve em seu *Tratado da Pintura*, que são vãs e estão cheias de erro aquelas ciências que não nascem da experiência, mãe de toda certeza...”. As Matemáticas, a perspectiva, a Anatomia, a Botânica, todas as ciências em resumo, estão na base da pintura que na sua recriação da natureza deverá de resto pôr ordem no caos dos dados sensíveis, na agitação das forças da natureza, introduzindo nela harmonia.



Fonte: LOPERA, José Alvarez. ANDRADE, José Manuel Pita. História Geral da Arte, p.7.
Figura 9: Adoração dos magos (1481-1482) – Leonardo DA Vinci.

Na obra *Adoração dos magos* é onde, segundo Lopera (1995), Leonardo Da Vinci alcança a sua maturidade e coloca os termos de uma renovação radical dos modos representativos. Na *Adoração* o equilíbrio, essencialmente dinâmico, é estabelecido a partir de um triângulo paralelo ao plano da tela, no qual se inscrevem as figuras da Virgem com o Menino e os Magos ajoelhados, e um semicírculo, povoado de personagens que contemplam admirados a cena, disposto em profundidade.

A pintura no Renascimento talvez tenha sido a arte que melhor soube aproveitar as descobertas na Matemática em benefício próprio. Benedito Nunes diz que:

Somente a Pintura é capaz de oferecer aos sentidos uma tradução sensível, sem erros, da mesma realidade perfeita que o intelecto aprende por meio de conceitos gerais e do raciocínio. A função da Pintura é paralela à da Ciência e da Filosofia. Dada a condição especulativa atribuída a essa arte, não deve causar surpresa Leonardo Da Vinci ter dito que são inimigos da natureza e da

Filosofia aqueles que desprezam a Pintura. Pode-se ver nesse pensamento uma réplica à desvalorização platônica das composições imitativas. Platão dizia ironicamente, que a propriedade da Pintura e da Escultura, para representar os mais diferentes seres – a terra, o céu, os animais e os deuses – não era diferente da propriedade dos espelhos para refletir tudo o que se opõe diante deles. Se o movimento em todas as direções, veremos, de pronto, refletirem na superfície polida as imagens das coisas, e só as puras imagens, que não possuem verdadeira existência. Esse poder de criar aparências é assumido realisticamente pelos artistas do Renascimento, no que se refere à função da Pintura. (NUNES, 2006, p.42).

O ideal clássico deixado pelos grandes mestres do início do século XVI entrou em crise, tanto em Roma como em Florença, apenas iniciada a terceira década do século. A arte deixou de ser um fator de conhecimento como em Leonardo Da Vinci, de revelação como em Michelangelo ou de demonstração como em Rafael, para se converter em simples forma ornamental, vazia de conteúdo ou em disfunção com este. Com o fim do Renascimento e o começo do Maneirismo, arte que pela proximidade do Renascimento inegavelmente a imitava.

Mesmo com o fim do Renascimento e o surgimento de outras expressões artísticas menos influentes, a Renascença deixou um legado que foi a mudança de mentalidade, ou seja, os valores religiosos e a tradição que predominavam na Idade Média deram lugar à razão e à experiência, princípios que a partir desse momento se tornaram características do pensamento moderno (FRANCO, 1976).

É conveniente observarmos que os ideais de beleza fundamentados na proporção áurea e na perspectiva, bem como todos os avanços científicos e matemáticos do período Renascentista serviram de base teórica praticamente para toda a Arte posterior até o século XIX. Por isso, apesar de terem características peculiares, do ponto de vista matemático, não comentaremos os períodos artísticos subsequentes.

Avançando historicamente entramos no século XX, período que segundo Hobsbawm²⁶ tem início em 1914, ano que começa a Primeira Guerra Mundial até o ano de 1991, ano em que a União Soviética se desintegra em vários países independentes, o século XX é considerado por ele como a Era dos extremos.

²⁶ HOBBSAWM, Eric J. A era dos extremos: o breve século XX, 1914 – 1991. São Paulo: Companhia das letras, 2008, p. 176.

2.2 O século XX num olhar da Matemática e da Arte

O século XX, marcado por duas grandes guerras mundiais e pelo fim da União Soviética, cuja Arte, representada pela pintura, registra o nascimento de um movimento Pós-impressionista chamado Cubismo, que tem como cofundador Pablo Picasso, oficialmente Pablo Diego José Francisco de Paula Juan Nepomuceno Maria Cipriano de la Santíssima Trinidad Ruiz Picasso (Málaga, 25 de outubro de 1881 – Mougins, 8 de abril de 1973) , ao lado de Georges Braque.

Segundo Janson (1996) o movimento cubista tem início com uma tela monumental de Picasso chamada, “*Les Femmes d’Alger*”, tão ousada que até mesmo o pintor Matisse, que o apoiava, se irrita com o malaguenho.



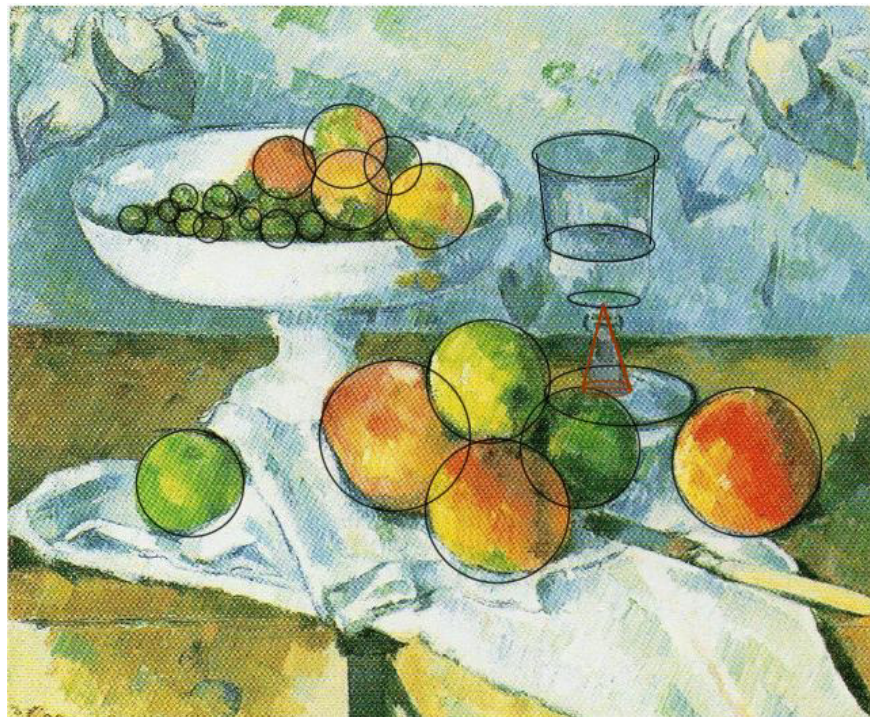
Fonte: (JANSON, 1996, p.366).

Figura 10: Pablo Picasso. As senhoritas de Avignon. 1907. Óleo sobre tela, 2,44m x 2,33m.

Segundo Janson (1996), As senhoritas de Avignon não se referiam à cidade do mesmo nome, mas sim à rua Avignon num bairro mal afamado da cidade espanhola de Barcelona; a grande polêmica é que quando Picasso começou o quadro, a princípio, ele deveria retratar uma cena de bordel, uns marinheiros, umas prostitutas e um estudante de medicina com uma caveira, mas acabou se

convertendo em uma composição de cinco nus e uma natureza morta cujas figuras, as três à esquerda, são distorções angulares de figuras clássicas, que vão desde uma mulher que lembra ser da estirpe egípcia, ou um anjo, sem asas, do pintor El Greco, passando por rostos que fazem referência a máscaras africanas, passando por mais uma cena que faz alusão à obra de El Greco, a figura da mulher que se apresenta envolta em azuis, ao passo que os outros dois possuem traços e corpos violentamente disformes, as figuras, assim como o ambiente, estão quebrados em facetas angulares, as quais, como se pode observar, não possuem uma uniformidade, mas são sombreadas de uma forma que lhes dão a impressão de certa tridimensionalidade.

Foi na obra de Cézanne, mais precisamente a partir de 1882, é que repousa a inspiração para compor *As senhoritas de Avignon*, que segundo o pintor holandês, todas as formas da natureza são baseadas no cone, na esfera e no cilindro. Nessa visão geométrica do volume e do espaço é que repousa o Cubismo, termo criado, não pelos próprios pintores, mas por críticos de Arte, que viam em pinturas de artistas como Picasso, Georges Braque e Cézanne, prevalência de cantos e ângulos agudos.



Fonte: GOMBRICH, E.H. figura 353.
Figura 11: Fruteira, Copo e Maçãs. 1879-82. 0,45m x 0,54m. Coleção René Lecomte, Paris.

Segundo Lopera costuma-se dividir o Cubismo em “cezaniano”, “analítico” e “sintético”. A primeira das fases do Cubismo vai além das sugestões de Cézanne, visto que Picasso andou por entre a Arte primitiva africana e a Arte ibérica. Porque, do mesmo modo, a aventura cubista teria ficado pela metade, se não tivesse passado desta fase, que vai além da visão cezariana, posto que os corpos são perfeitamente identificáveis, não importa que estejam brutalmente representados, e não há dúvidas, como diz Lopera (1995), que os corpos se acentuam de propósito à volumetria de sua corporeidade, para além do estruturalismo com que Cezanne quis converter a estética impressionista em “arte dos museus”.

O segundo período Cubista, chamado de analítico, baseia-se na decomposição com que as figuras são apresentadas, além da fragmentação em que o olhar é direcionado em várias posições.

Por último, o Cubismo sintético, nem sempre passando das partes para o todo. Ao revés: Um todo concreto, altamente estrutural, manifestando-se de maneira a facilitar, ao espectador a inteligibilidade do representado.

O Cubismo se disseminou por todo o mundo ocidental, influenciando não somente pintores, mas também escultores e arquitetos, fazendo com que a Geometria contribuísse significativamente para que a pintura pudesse romper com a representação real da natureza.

Picasso tornou-se famoso internacionalmente, no entanto ele já buscava novos caminhos. Enfadado com as limitações do Cubismo de colagem, ele restabelece contato com a tradição clássica da “arte dos museus”. As figuras de Mãe e Filho sugerem essa nova fase do pintor, em que as figuras representam estátuas colossais ao invés de pessoas de carne e osso.



Fonte: (JANSON, 1996, p.369).

Figura 12: Pablo Picasso. Mãe e Filho. 1921 – 1922. Óleo sobre tela, 0.97m x 0.71m. Fundação Família Alex L. Hilman. Nova York.

A obra de Picasso, segundo Zaleski Filho (2009), ainda passa por períodos de “figurativismo classicista” e “impulsos surrealistas”. Quando em 1937 ele pinta um painel para retratar o massacre de pessoas, sofrido pela cidade espanhola de Guernica em 26 de abril do mesmo ano, bombardeada por aviões alemães (Luftwaffe), sobre o comando do ditador alemão Adolf Hitler aliado do fascista golpista Francisco Franco.

Sua composição retrata as figuras ao estilo dos frisos dos templos gregos, através de um enquadramento triangular delas. O posicionamento diagonal da cabeça feminina, que olha para a esquerda, remete o observador a dirigir também o seu olhar da direita para a esquerda, até o lampião trazido ainda aceso sobre um braço decepado e, finalmente, à representação de uma bomba explodindo.

Segundo D’Amore (2012)

A primeira vez que você vê Guernica, imensa, verdadeira, estupidamente poderosa, na sua frente, no museu Reina Sofia de Madri; você sente o sangue gelar nas veias, percebendo que ali, diante de você, há toda a genialidade do autor. Quem criou Guernica é um gênio universal, soube expressar o absurdo e a violência injusta da guerra, fornecendo assim ao ser

humano uma oportunidade única de reflexão e de conforto. (D'AMORE, 2012, p.30)



Fonte: Museu Nacional Centro de Arte Reina Sofia. Madri.
Figura 13: PICASSO, Pablo. Guernica. 1937. Óleo sobre tela, 351x782, 5 cm.

O Cubismo foi um movimento que oferecia disciplina formal de equilíbrio sutil, usada para temas tradicionais, como natureza morta, retrato e nus. Entretanto outros pintores viam no novo estilo uma afinidade especial com a precisão geométrica que o colocava em profunda harmonia com o dinamismo dos tempos modernos, um desses pintores foi o holandês Piet Mondrian, que viaja para Paris em 1912, para continuar os seus estudos sobre pintura, por estar na cidade luz, passa a ter contato com o Cubismo que está em voga, influenciado pelo movimento, começado por Picasso e Braque, desenvolve um estilo não objetivo chamado Neoplasticismo.

2.3. A inspiração vem do Cubismo: O Neoplasticismo de Mondrian e Theo van Doesburg

Piet Mondrian (1872 – 1944), após ter estudado na Academia de Belas Artes de Amsterdam, termina a sua formação e viaja para Paris em 1911 e, em contato com o movimento Cubista, passa a incorporar à sua pintura algumas ideias desse movimento como a insistência na concretude da forma a absorção do ritmo espacial nos seus quadros e a construção quase arquitetônica em suas obras. Sobre a

influência do Cubismo, executa sua famosa série de Árvores onde persegue precisamente a abstração.



Fonte: <http://www.gemeentemuseumhelmond.nl/> acessado em 20/10/2015.
Figura 14: Mondrian, Piet. A árvore vermelha. 1909/10. Óleo sobre tela, 70 x 99cm.



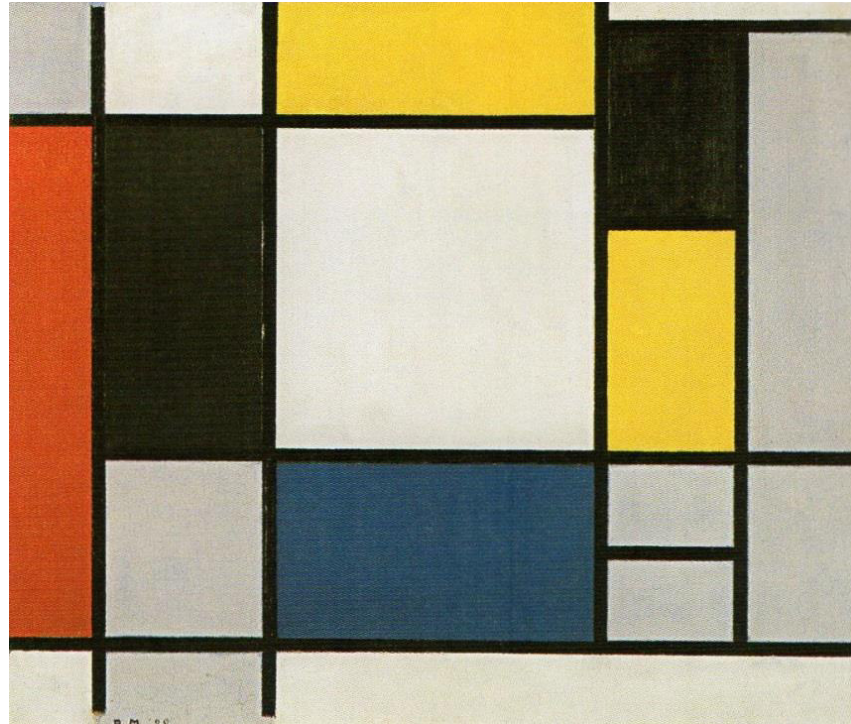
Fonte: <http://www.gemeentemuseumhelmond.nl/> acessado em 20/10/2015.
Figura 15: Mondrian, Piet. Gray Tree, 1911. Óleo sobre tela, 78.5 x 107.5 cm.



Fonte: <http://jaapnieuwenuhuzensegaar.nl/> acessado em 20/10/2015.
Figura 16: Mondrian, Piet. Árvore em flor, 1912. Óleo sobre tela. 65 x 75 cm.

Pouco antes do início da I Guerra Mundial Mondrian viaja à Holanda, onde prossegue com a busca ao abstrato e uma Arte que refletisse as leis matemáticas do universo, que a seu ver não poderia ser rígida e nem estática, mas que, assim como o universo estivesse em constante movimento cuja coesão é mantida por misteriosas forças em equilíbrio. Partindo de temas simples, visíveis na natureza Mondrian encontra algumas questões que mudam sua procura: os ritmos e estruturações ortogonais, o encontro das verticais e das horizontais, ou seja, a base que formará as ideias para o surgimento do Neoplasticismo que imporia o uso do ângulo reto, as três cores primárias – vermelhas, azuis e amarelas - mas o branco, o preto e o cinza, estas três últimas, entendidas por ele como não cor, afirmação essa reforçada pelo ponto de vista da ótica científica, que as entende como não cores.

Janson (1996) diz que somente as proporções da tela representam um “quadrado exato” e que todo o mais na obra de Mondrian foi concebido pela tentativa e erro. Assim os críticos de Arte, familiarizados com a sua pintura, não encontram dificuldades em diferenciar uma obra autêntica sua de uma imitação.



Fonte: GOMBRICH, E.H. fig. 381.

Figura 17: Piet Mondrian Composição em vermelho, preto, azul, amarelo e cinza, 1920.

Mondrian explica ainda a utilização das linhas verticais e horizontais em seu trabalho:

Excluí cada vez mais de minhas pinturas as linhas curvas, até que finalmente minhas composições consistiram unicamente em linhas horizontais e verticais, que formam cruzes, cada uma separada e destacada da outra. Observando o mar, o céu, e as estrelas busquei definir a função plástica através de uma multiplicidade de verticais e horizontais que se cruzavam. Impressionado pela imensidão da natureza, tratava de expressar sua expansão, calma e unidade. Ao mesmo tempo, estava completamente convencido que a expressão visível da natureza é ao mesmo tempo sua limitação; as linhas verticais e horizontais são a expressão de forças opostas; isto existe em todas as partes e tudo o que domina sua ação recíproca constitui a vida. Reconheci que o equilíbrio de qualquer aspecto da natureza reside na equivalência dos elementos que se opõem. Senti que o trágico surgia quando faltava essa equivalência. Vi o trágico em um amplo horizonte ou em uma catedral. (MONDRIAN, 1954, p.34 apud Zaleski Filho, 2013).

Segundo Zaleski Filho (2013) o objetivo de Mondrian foi, por meio da abstração geométrica, conciliar o novo ao homem e à sua realidade, sem renunciar ao dualismo material/espiritual. Para Mondrian, havia uma carência de comunicação no mundo moderno materializada pelo conflito entre as dualidades, ou seja, as partes constituídas por razões opostas – o mundo exterior e a interioridade humana,

o objetivo e o subjetivo. As contradições do mundo moderno evidenciavam-se na relação desequilibrada entre o homem e o mundo que estava construindo, gerando uma insatisfação que transbordava para o social. O pensamento pragmático de Mondrian viria a firmar a estética como uma ética, na medida em que pensava o problema das dualidades dialogando com a estética idealista de Hegel²⁷ e a ética de Spinoza²⁸. Para isso utilizou o neoplástico como ferramenta para envolver o homem de uma realidade caracterizada pela dualidade que domina nosso interior.

Rizolli (2005, p.101) afirma que Mondrian, envolvido pela nova atividade intelectual, define os princípios gerais do Neoplasticismo:

- 1) Plano;
- 2) Cores primárias e não cor; branco, preto, cinza;
- 3) Equivalência dos meios plásticos/equilíbrio e harmonia;
- 4) Relação de opostos/composição, cheio (forma) e vazio (espaço)/ plano no plano;
- 5) Linha reta/vertical e horizontal;
- 6) Ângulo reto;
- 7) Assimetria;
- 8) Pintura: por séculos, a pintura expressou plasticamente as relações entre forma e a cor antes de chegar aos nossos dias, a plástica somente das relações;
- 9) Equilíbrio entre individual e universal;
- 10) Equilíbrio entre matéria e linguagem;
- 11) Equilíbrio entre Arte e vida;
- 12) Unidade.

Em outubro de 1917, ainda na Holanda, juntamente com Theo van Doesburg, crítico de Arte, pintor, decorador e arquiteto e o pintor Bart Van der Leck, publicam o

²⁷Hegel foi o maior expoente do “idealismo alemão”, que, como decorrência da filosofia kantiana, e em oposição a ela, marcou profundamente a história da filosofia e sua influência pode ser detectada em escolas muito diferentes umas das outras como o existencialismo e a fenomenologia.

²⁸A Ética é uma obra póstuma, ou seja, foi publicada depois da morte de Spinoza, é escrita em Latim e é demonstrada segundo a ordem geométrica e dividida em cinco partes: Deus, A Natureza e a Origem da Mente, A Origem e a Natureza dos Afetos, A Servidão Humana ou A Força dos Afetos e A Potência do intelecto ou a Liberdade Humana. A obra é dividida em definições, axiomas, proposições, demonstrações, escólios e corolários. Não podemos dizer que é um livro sobre a moral por se chamar Ética, alguns Spinozistas o encaram como uma forma de ver o mundo.

primeiro número da revista *De Stijl* (O estilo), com tiragem de 1.000 exemplares e cujo objetivo era contribuir para o desenvolvimento de uma nova consciência estética. Em seu primeiro número trazia artigos de renomados pintores, arquitetos, poetas e críticos, entre eles o húngaro Vilmos Huszar, o belga Georges Vantongerloo, o pintor e escultor italiano Gino Severini, os arquitetos J.J.P. Oud, Jan Wils e Robert van't Hoff. Esses artistas e críticos afirmavam que a obra de arte devia definir-se no próprio ato da criação. Além disso, a revista homenageia Mondrian desde o início, dedicando-lhe o primeiro editorial.

DE STIJL
 MAANDBLAD VOOR NIEUWE KUNST, WETENSCHAP EN KULTUUR. REDACTIE: T H E O V A N D O E S B U R G. ABONNEMENT BINNENLAND F 6.-, BUITENLAND F 7.50 PER JAARGANG. ADRES VAN REDACTIE EN ADMINISTR. HAARLEM MERSTRAAT 73A LEIDEN (HOLLAND).
 4e JAARGANG No. 11. NOVEMBER 1921.

X-Beelden (1920)
 hé hé hé
 hebt gij 't lichaamljk ervaren
 hebt gij 't lichaamljk ervaren
 hebt gij 't li **CHAAM** lijk er **VA** ren

Oⁿ
 — ruimte en
 — tijd
 verleden heden toekomst
 het achterhierenginds
 het doorelkaar van 't niet en de verschijning
 kleine verfrommelde almanak
 die men ondersteboven leest

MIJN KLOK STAAT STIL
 uitgekauwd sigarettēeindje op't
WITTE SERVET

ZIG - ZAG
 vochtig bruin
 ontbinding
GEEST
 346 **VRACHT AU TO MO BIEL**

DWARS
 trillend onvruchtbaar middelpunt
 caricatuur der zwaarte
 uomo electrico
 rose en grauw en diep wijnrood
 de scherven van de kosmos vind ik in m'n thee

LETTERKLANKBEELDEN (1921)
 IV (in dissonanten)
 U^l J— m^l n^l
 U J— m^l n^l
 V— F— K^l Q^l
 F^l V— Q^l K^l
 X^l Q^l V^l W^l
 X^l Q^l W V
 U^l J— m— n—
 g^l
 A— O— P^l B^l
 A— O— P^l B^l
 D— T— O^l E—
 d t o e
 O^l E^l
 B^l D^l
 Z^l C S B P D
 j

Aanteekening: te lezen van links naar rechts. Voor de teekens zie men Stijl no. 7.

Aanteekning: Oⁿ: te lezen nulⁿ; — ruimte en — tijd: te lezen min ruimte en min tijd.

161

Fonte: Zaleski Filho (2013, p.99).

Figura 18: Revista De Stijl, nº11, novembro de 1921.

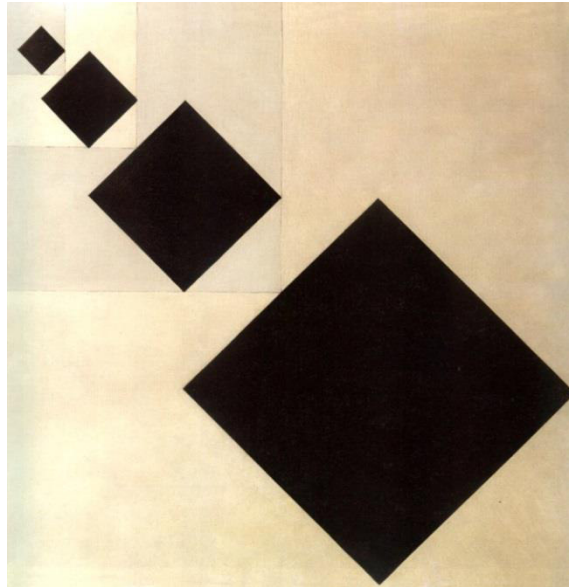
A revista holandesa formulava uma teoria poética que tentava fechar a brecha entre Arte e vida e procurava dar peso ao conceito de obra de arte como objeto funcional. Zaleski Filho (2013) diz que o matemático Schoenmaekers foi quem formulou os princípios plásticos e filosóficos do movimento De Stijl, ressaltando em seu livro, *A nova imagem do mundo a primazia cósmica universal*, do seguinte modo: os dois contrários fundamentais completos que dão forma à Terra são a linha horizontal de energia, isto é, o curso da Terra em redor do Sol, e o movimento vertical, dos raios que se originam do centro do Sol. Na sequência do livro escreveu sobre o sistema de cores primárias do De Stijl: As três cores principais são

essencialmente o amarelo, o azul e o vermelho. Essas são as únicas cores existentes. O amarelo é o movimento do raio e o azul é a cor contrastante do amarelo. Como cor, azul é o firmamento, é a linha, a horizontalidade. O vermelho é a conjugação do amarelo e azul. O amarelo irradia, o azul “recua” e o vermelho flutua.

Talvez, por essas ideias, tenha havido uma preocupação, por parte de Mondrian, de tentar, durante a sua vida, fundamentar sua nova proposta de imagem na Arte. Mesmo com a sua saída do movimento De Stijl, em 1919, quando sai da Holanda e parte para Paris, ele continua fiel as suas ideias e permanece fiel a elas mesmo com a dissolução do grupo, que ocorre 11 anos depois, devido a incessante atividade polêmica de Van Doesburg, que fez com que se perdesse a unidade do grupo, modificando o cânone neoplástico, ao romper com o princípio da vertical e da horizontal e introduzir o plano inclinado e a construção em diagonal. Essa dissidência se faz pública em 1926, quando Doesburg publica na revista De Stijl um artigo manifesto lançando o Elementarismo. Nesse artigo, ele afirma:

O Elementarismo é, de um lado, uma reação contra as aplicações demasiado dogmáticas do neoplasticismo, de outro, uma consequência do neoplasticismo mesmo: enfim e, sobretudo o elementarismo pretende ser uma retificação severa das ideias neoplásticas. A subdivisão dos espaços funcionais está determinada estritamente por planos retangulares, que não possuem formas individuais em si mesmos, pois embora estejam limitados (um plano por outro), podem imaginar-se como estendidos até o infinito, formando assim um sistema de coordenadas cujos diferentes pontos corresponderiam a um número igual de pontos no espaço universal aberto. (ARGAN, 2008, p.653).

Os trabalhos de Theo Van Doesburg passam a representar composições com elementos geométricos puros, já não se assemelham com a mesma simplificação formal como os de Mondrian, até se restringir à composição com linhas ou faixas pretas sobre um fundo cinza.



Fonte: <https://www.flickr.com/photos> acessado em 21/10/2015.
Figura 19: Doesburg, Theo van (1883-1931) - 1929-1930 Arithmetic Composition (Private Collection).

Segundo Argan (2008), com o fim da revista *De Stijl*, em 1928, e com o término do ideal neoplástico de unir as Artes e transcender a divisão entre Arte e vida, os artistas voltam às suas origens na pintura abstrata. Apenas Mondrian continua fiel às suas ideias e escreve vários artigos, que tinham como objetivo, divulgar os princípios de uma ordem nova e mais lúcida.

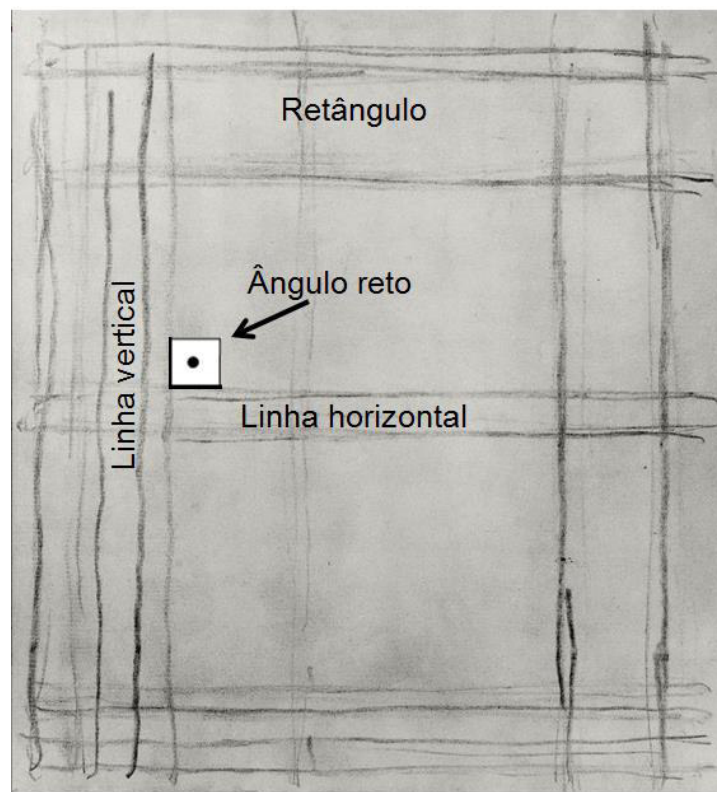
No artigo de 1937, “Arte plástica e arte plástica pura”, Mondrian (1957, p.80, apud Zaleski Filho, 2013) faz uso da Geometria para fundamentar o Neoplasticismo.

Pois toda linha, toda forma, representa uma figura; nenhuma forma é Absolutamente neutra. A rigor tudo de ser relativo, mas já que necessitamos das palavras para expressar nossos conceitos, devemos nos ater a estes termos.

Entre as distintas formas, podemos considerar como neutras aquelas que não têm complexidade nem as particularidades que possuem as formas naturais ou abstratas em geral. Podemos chamar neutras aquelas que não evocam sentimentos ou ideias individuais. As formas geométricas podem ser consideradas neutras por ser uma abstração tão profunda, e podem ser preferidas as outras formas neutras por causa da elasticidade e pureza de suas formas. (MONDRIAN, 1957, apud Zaleski Filho, 2013, p.107).

Em seu artigo de 1942, cujo título é: “*Rumo à verdadeira visão da realidade*”, Mondrian utiliza novamente conceitos de Geometria Euclidiana para apresentar os fundamentos do Neoplasticismo.

[...] Concluí que o ângulo reto é a única relação constante e que, por meio das proporções da dimensão, se podia dar movimento a sua expressão constante, que dizer dar-lhe vida. [...] Excluí cada vez mais das minhas pinturas as linhas curvas, até que finalmente minhas composições consistiram unicamente em linhas horizontais e verticais que formavam cruces, cada uma separada e destacada das outras. Observando o mar, o céu e as estrelas busquei definir a função plástica por meio de uma multiplicidade de verticais e horizontais que se cruzam. [...] Ao mesmo tempo estava completamente convencido que a expansão visível da natureza e ao mesmo tempo sua limitação visível da natureza e ao mesmo tempo sua limitação; as linhas verticais e horizontais são expressão de duas forças em oposição; isto existe em todas as partes e domina a tudo; sua ação recíproca tudo domina. [...] Comecei a determinar formas: as verticais e horizontais se converteram em retângulos. [...] Era evidente que os retângulos como todas as formas, tratam de prevalecer uma sobre as outras e devem ser neutralizadas por meio da composição. Em definitivo, os retângulos nunca são um fim em si mesmo, mas uma consequência lógica de suas linhas determinantes que são contínuas no espaço e aparecem espontaneamente ao efetuar-se a cruz de linhas verticais e horizontais. [...] Mais tarde, a fim de suprimir as manifestações de planos como retângulos reduzi a cor e acentuei as linhas que os limitavam cruzando-as. (MONDRIAN, 1957, p.28 – 31).



Fonte: *La collection du Centre Pompidou, Musée national d'art moderne.*

Figura 20: Piet, Mondrian. Estudo para uma composição. 1941. Carvão em papel, 22,8 x 21 cm.

Assim a partir de conceitos da Geometria plana ele lista os seis princípios do Neoplasticismo:

1) O meio plástico deve ser a superfície plana ou o prisma retangular em cores primárias (vermelho, azul e amarelo) e em “não cores” (branco, preto e cinza).

2) deve existir uma equivalência entre os meios plásticos. Embora diferindo em tamanho e cor, devem, no entanto, ter valor idêntico. O equilíbrio implica, geralmente, uma superfície bastante pequena de cor ou matéria.

3) A composição exige, igualmente, a dualidade de elementos opostos no meio plástico.

4) O equilíbrio permanente é atingido através da oposição e é expresso pela linha reta (limite do meio plástico) em sua oposição principal, isto é, o ângulo reto.

5) O equilíbrio que neutraliza e elimina o meio plástico é alcançado através das proporções, dentro das quais está colocado o meio plástico, que criam o ritmo vivo.

6) Toda simetria deve ser excluída.

As sombras de um novo conflito mundial ameaçam a Europa. Então Mondrian deixa Paris e parte para a Inglaterra, em 1938, onde é protegido por amigos dos círculos artísticos de Londres. Mas sua permanência é interrompida pelos bombardeios nazistas e com a invasão dos alemães a Paris, Mondrian decide ir para os Estados Unidos, país em que em 1944, devido a uma pneumonia mal curada o abateria mortalmente.

2.4. A escola de Bauhaus

A *Bauhaus*, revolucionário centro de ensino fundado em 1919 por Walter Gropius, na cidade alemã de Weimar, nasceu de uma frase inserida num artigo da revista *De Stijl*: “A casa é uma máquina de morar”. A sua relação com o movimento vai além de uma frase, o próprio cofundador do movimento Neoplasticista, Theo Van Doesburg foi um dos seus professores. Além disso, no ano seguinte à sua fundação, Mondrian publica *O Neoplasticismo*, que só será publicada na edição da *Bauhaus* em 1925, cuja tradução para o alemão é *Neue Gestaltung*.

Segundo Argan (2008):

A *Bauhaus* foi uma escola democrática no sentido pleno do termo: precisamente por isso, o nazismo, tão logo chegou ao poder,

suprimiu-a (1933). Funda-se sobre o princípio da colaboração, da pesquisa conjunta entre mestres e alunos, muitos dos quais logo se tornaram docentes. Além de ser uma escola democrática, era uma escola de democracia: a sociedade democrática (isto é, funcional e não hierárquica) era entendida como uma sociedade que se autodetermina, isto é, forma-se e se desenvolve por si, organiza e orienta seu próprio progresso. (ARGAN, 2008, p.269).

Com o fim da 2ª Guerra Mundial em 1945, Max Bill, artista plástico, arquiteto e tipógrafo suíço (1908 – 1994), ex-aluno na *Bauhaus de Dessau*, cria, em 1951, junto com Otl Aicher (1922-1991), a *Hochschule für Gestaltung* de Ulm²⁹, escola superior de design, que tenta retomar e continuar o legado da *Bauhaus*, que havia sido fechada pelos nazistas.

Em 1936, Max Bill apoia o termo Arte Concreta (*Konkrete Kunst*), proposto por Theo Van Doesburg em 1930. Segundo Elam (2010), Bill foi influenciado pelos ideais do Funcionalismo³⁰, pelo estilo De Stijl³¹ e pelas técnicas de ordenamento matemático. Além disso, o uso da abstração geométrica por Bill passou com o tempo a incluir elementos tipográficos.

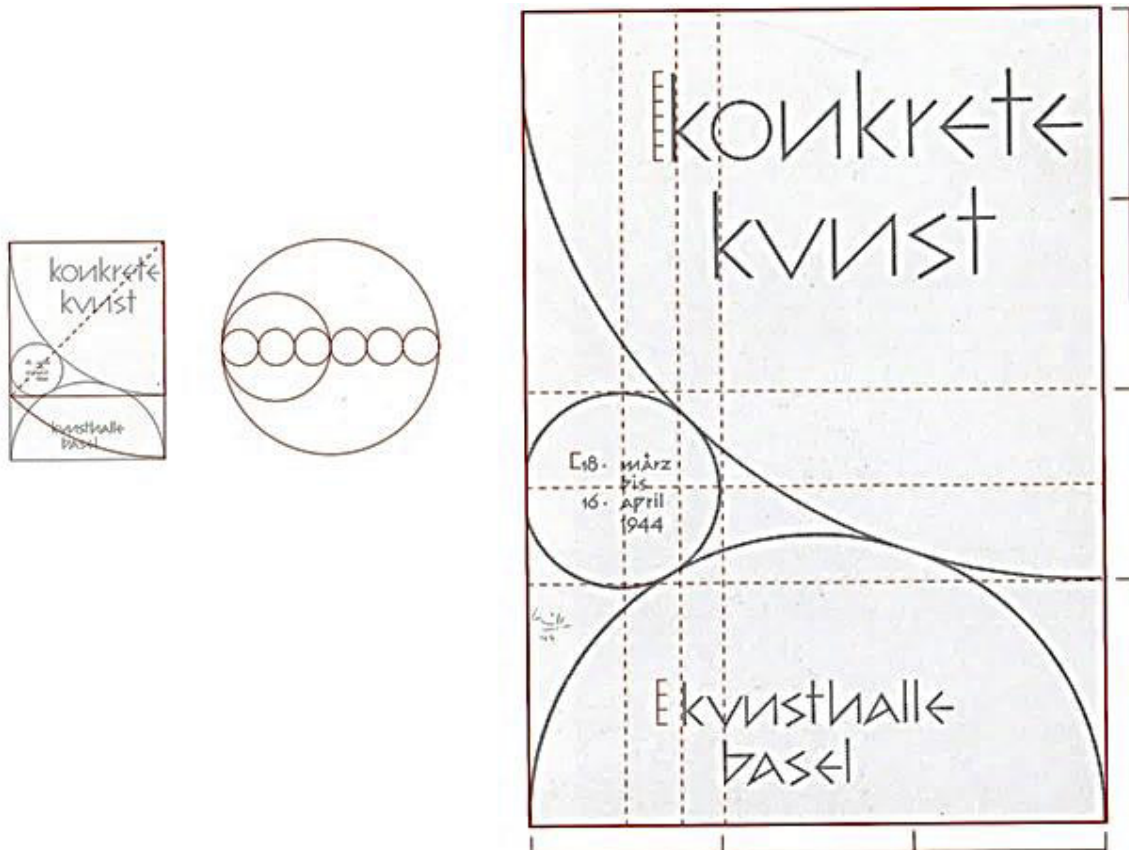
Elam (2010) explica o uso da Matemática, por Max Bill, para criar a maior parte dos seus cartazes, entre eles o cartaz em homenagem ao termo “*Konkrete Kunst*”, termo este criado pelo artista The Van Doesburg.

²⁹ Conhecida como Escola Superior da Forma, a Escola de Ulm, na Alemanha, é um centro de ensino e pesquisa de design e criação industrial, concebida em 1947 e fundada em 1952, por Inge Aicher-Scholl (1917-1998) e Otl Aicher (1922-1991), professores da já existente Escola Popular Superior da Forma de Ulm, e por Max Bill (1908-1994), antigo aluno da *Bauhaus*. Trata-se de um empreendimento privado de caráter interdisciplinar, que reúne arquitetos, designers, cineastas, pintores, músicos, cientistas e outros. A idéia da escola é formar profissionais com sólida base artística e técnica para atuarem na concepção de ampla gama de objetos produzidos em escala industrial, de uso cotidiano ou científico, relacionados à construção e aos suportes modernos de informação, às mídias e à publicidade. O modelo de Ulm retoma as relações entre arte e ofícios, arte e indústria, arte e vida cotidiana presentes nas experiências anteriores do arts and crafts, do art nouveau e do art déco, todos esses movimentos comprometidos com a superação das distâncias entre belas-artes e artes aplicadas. De modo mais direto, o centro de Ulm inspira-se na experiência da Bauhaus, sobretudo na fase da escola em Dessau, Alemanha em 1925, quando a articulação entre arte e indústria se torna mais nítida. As relações de proximidade e distância com o projeto da Bauhaus marcam as diversas fases da Escola de Ulm, sendo responsáveis por discordâncias entre seus integrantes mais afeitos às artes e ao design, sob a inspiração de Walter Gropius (1883-1969), e os que enfatizam a primazia da ciência e da técnica. As palavras de Aicher são emblemáticas: "Quando Walter Gropius nos propôs chamar "Bauhaus Ulm" a Escola Superior da Forma [Hochschule für Gestaltung], nós recusamos".

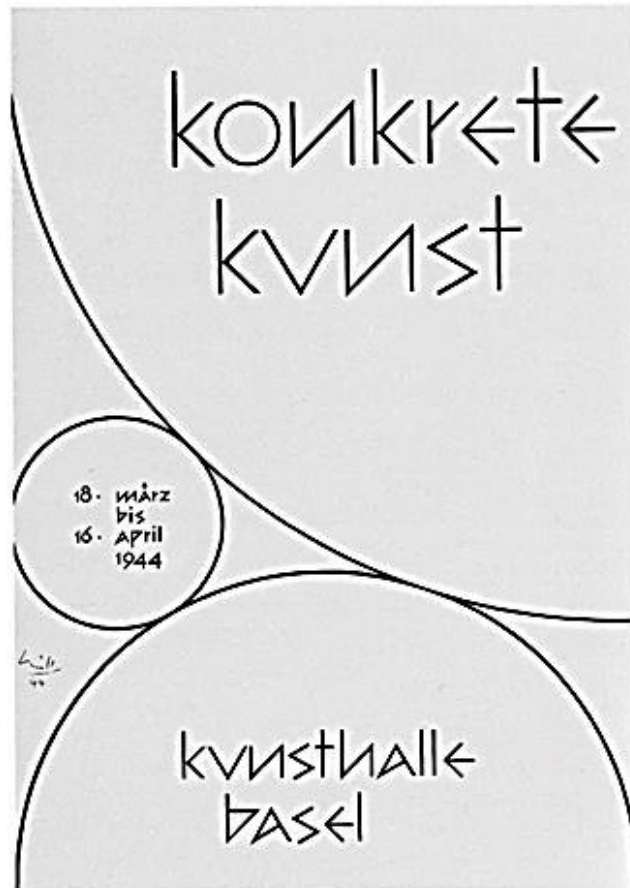
³⁰ Bauhaus

³¹ Entre as características do De Stijl na década de 1920 estava a rigorosa divisão do espaço com linhas verticais e horizontais. Aos poucos, por influência do pintor Theo Van Doesburg é incluído no movimento círculos e diagonais, sendo esse um dos motivos da saída de artistas como Piet Mondrian.

A construção da raiz 2 está diretamente associada à posição dos círculos. A Diagonal passa pelos pontos centrais dos círculos maior e menor, e este último se apoia na linha do quadrado usado na construção da raiz de 2. A proporção dos círculos é 1:3: 6. O diâmetro do círculo menor corresponde a 1/3 da largura do cartaz, 1/3 do diâmetro do círculo intermediário e 1/6 do diâmetro do círculo maior. Os tipos menores estão alinhados com círculo pequeno; este também é referência, nos pontos de tangência com os círculos maiores e no limite direito, para o alinhamento dos tipos maiores.(ELAM, 2010, p.73)



Fonte: ELAM, Kimberly. Geometria do design. p.72 – 73.
Figura 21: Processo de criação do cartaz “Konkrete Kunst”.



Fonte: ELAM, Kimberly. Geometria do design. p.72-73.
Figura 22: cartaz "Konkrete Kunst".

Em 1941, em viagem ao Brasil e à Argentina, ele apresenta suas ideias e obras ao público dos dois países. Influenciado pelas novas descobertas no campo da Matemática, cria sua unidade tripartida.



Fonte: <https://arcoweb.com.br/noticias/noticias/sp-retrospectiva-gunter-flieg-fotografo-modernismo-brasileiro>. Acessado em 23/10/2015.

Figura 23: Escultura em aço Unidade tripartida (1948-1949), de Max Bill, primeiro prêmio de escultura na I Bienal Internacional de Arte de São Paulo, São Paulo, 1951.

Esta obra recebeu o prêmio de escultura na Primeira Bienal de São Paulo, em 1951. A unidade tripartida é o produto das experiências que iriam se consolidar no trabalho de Max Bill. Nela se vê explorado uma superfície topológica³², criada pelo matemático alemão August Ferdinand Möbius (1790-1868), isto é, a famosa fita de

³² Podemos dizer que a Topologia de uma Superfície é o conjunto de aspectos geométricos que se mantêm inalterados quando aplicada deformações. Neste contexto, essas deformações são denominadas Deformações Legais.

Moebius que em seu desdobrar mostra a capacidade de infinitude na finitude da fita. Dessa fita, Bill propõe um desenvolvimento geométrico da forma no espaço.

A obra de Max Bill influenciou o movimento concreto no Brasil, além de suas ideias e práticas, terem tido um impacto notável nos artistas, do início da década de 1950.

2.5. O Movimento Concreto e Neoconcreto no Brasil

Nas três primeiras décadas do séc. XX, as correntes modernistas na Rússia e em alguns países da Europa, como Holanda, Alemanha e França, por meio de um movimento estético de tendência abstrato-geométrico, propugnaram uma operação com vistas à retirada do corpo na obra de Arte. Nesse mesmo período, na semana de Arte Moderna de 1922, em São Paulo, e posteriormente no Salão dos Modernistas de 1931, no Rio de Janeiro, ao contrário do que ocorria no exterior, o corpo passou a protagonizar o espaço da obra de Arte, principalmente a figura do mestiço, fruto de uma busca de uma identidade nacional numa simbiose das figuras do índio, do negro e do branco.

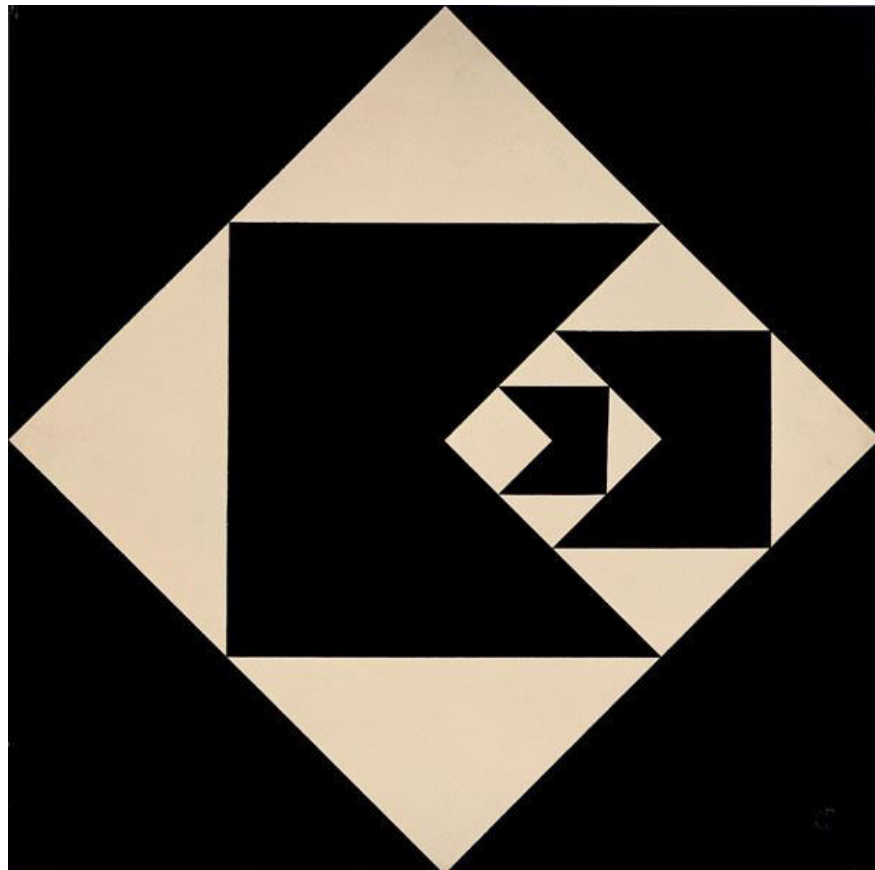
Após a 2ª Guerra Mundial, mais precisamente entre os anos de 1948 e 1951 foram criados os Museus de Arte Moderna de São Paulo e o do Rio de Janeiro, além da Bienal de São Paulo. Exposições significativas de pintores, como Alexander Calder e Max Bill, impregnaram a Arte brasileira com suas tendências geométrico-abstratas. Max Bill, uma referência na vinda da Arte concreta para o Brasil, ganha o primeiro prêmio na Bienal de São Paulo, com a obra Unidade tripartida, essa obra é um marco para o movimento concreto no Brasil, segundo Wagner Barja³³, a Unidade tripartida torna-se um divisor de águas no corpo da estética no segundo tempo da nossa modernidade.

Rejeitando a Arte como modo de duplicação do real, e elegendo a Geometria euclidiana e a Matemática como princípios e formas emblemáticas da razão universalizante, estes artistas logo alcançaram as propostas da arte concreta, rompimento com os resquícios representativos presentes no abstracionismo e instituição da Arte como meio autônoma de transformação do ambiente da vida

³³ Geometria da transformação: arte construtiva brasileira na coleção Fadel, p.14.

humana. Assim foram criados dois grupos no início da década de 1950. O grupo Ruptura, criado em 1952, por artistas filiados ao concretismo como Waldemar Cordeiro, Luiz Sacilotto, Geraldo de Barros, Lothar Charoux, Kazmer Féjer, Anatol Wladyslaw e Leopoldo Haar, realizou a primeira exposição de Arte Concreta no Museu de Arte Moderna de São Paulo e publicaram um Manifesto, que deu nome ao grupo, distribuído já na abertura.

Três artistas são de grande relevância dentro do grupo paulista, Waldemar Cordeiro, Geraldo de Barros e Luis Sacilotto. Todos eles aliavam ao rigor matemático de suas telas alta dosagem experimental.



Fonte: <http://www.concretosparalelos.com.br/?p=159> acessado em 25/10/2015.

Figura 24: Geraldo de Barros (1923 – 1998) Função diagonal, 1952. 24.53 x 24.53.

O grupo Frente foi criado no Rio de Janeiro por artistas de diferentes tendências (concretas, abstratas e até figurativas), Ivan Serpa, Aluísio Carvão, Décio Vieira, João José da Silva Costa, Lygia Clark, Lygia Pape, Carlos Val e Vicente Ibberson, liderados por Ivan Serpa e reunidos em torno do ideal de liberdade na

criação. Expuseram coletivamente pela primeira vez na galeria do Instituto Brasil Estados Unidos, no Rio de Janeiro, em 1954.



Fonte: <http://www.overleiloes.art.br/destaques.asp?Num=1179> acessado 25/10/2015.
Figura 25: Aluísio Carvão (1920 – 2001), Geométrico, 1958. Óleo Sobre Tela, 22 x 27 cm.

No dia 23 de março de 1959, o suplemento dominical do jornal do Brasil publicou um texto do poeta maranhense Ferreira Gullar, o Manifesto Neoconcreto³⁴. Escrito para servir como introdução à 1ª Exposição de Arte Neoconcreta do Museu de Arte do Rio de Janeiro (MAM/RJ), questionava o dogmatismo e a “perigosa exacerbação racionalista” dos poetas e artistas pertencentes ao movimento concreto paulista. Sergio Fadel diz que o neoconcretismo, variante do concretismo se distinguia por provocar a participação do espectador na observação da obra de Arte.

³⁴ Influenciado pelas ideias do filósofo francês Merleau-Ponty (1908-1961), adotou suas lições de fenomenologia para combater a visão cientificista que tinham os concretos da realidade e abraça a ideia do objeto que, após percebido pelo espectador, entra em sua consciência e passa a ser um fenômeno, desvendado por sua intuição. Os concretos, segundo o manifesto de Gullar, viam o homem como “uma máquina entre máquinas”. Os neoconcretos, por sua vez, não concebiam a obra de Arte nem como máquina nem como objeto, mas como um “quasi-corpus” que não se limita a ocupar um lugar no “espaço objetivo”, transcendendo-o.

Ao romper com o movimento Concretista, o Neoconcretismo se opõe aos conceitos cientificistas e introduz novamente o corpo na obra de Arte, que havia sido rejeitado por artistas como Mondrian e Theo Van Doesburg. Assim o corpo humano inaugurava uma nova estética relacional, ao qual passa a estar representado pelo Parangolé de Hélio Oiticica e os experimentos sensoriais que envolviam a presença do corpo na obra de Lygia Clark.



Fonte: <http://www.digestivocultural.com/colunistas/coluna.asp?codigo=856&titulo=Parangole> acessado em 12/10/2015.

Figura 26: Nildo da Mangureira, com Parangolé, 1964.



Fonte: http://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/13056/13056_3.PDF acessado em 28/10/2015.

Figura 27: Canibalismo, 1973.

CAPÍTULO 3

MATEMÁTICA E ARTE: LEVANTAMENTO DE PESQUISAS SOBRE O TEMA

Pesquisando trabalhos acadêmicos que tivessem relação direta com o tema ao qual nos propusemos pesquisar, nos deparamos com pesquisas, em sua maioria dissertações acadêmicas que fazem referência ao tema da nossa pesquisa, de forma a referendar nossa posição em realizar um trabalho que modestamente fosse um divisor de águas, no sentido de transpor a grande maioria deles, que tivemos acesso, através do banco de teses e dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), em que pudemos perceber, através da leitura integral de algumas dessas dissertações ou a leitura de seus resumos, como a pesquisa em que relaciona a Matemática e a Arte, estão em quase a totalidade dos trabalhos lidos na íntegra ou parcialmente, marcando simplesmente uma posição em que coloca a Matemática e a Arte num estado de emparelhamento indissolúvel³⁵, segundo Bronowski (1983), fazendo um breve histórico de como a Matemática e a Arte eram disciplinas próximas e de como se distanciaram ao passar dos séculos, ou a potencialidade de tal associação ser útil no ensino e na aprendizagem dos alunos.

A seguir apresentamos duas tabelas em que se encontram as pesquisas que trabalharam a Matemática e a Arte nos últimos 19 anos.

³⁵Bronowski define emparelhamento indissolúvel como o fio que percorre, segundo ele, continuamente todas as culturas humanas que conhecemos e que é feito de dois cordões, o da ciência e o da arte.

Tabela 2: Quantidade de pesquisas realizadas entre os anos de 1994 a 2013.

Ano	Quantidade de trabalhos publicados
1994	1
1999	1
2000	1
2001	1
2002	2
2003	1
2004	3
2005	1
2006	3
2007	2
2008	4
2009	2
2010	2
2011	1
2012	2
2013	3

Fonte: Dados da pesquisa.

Tabela 3: Local, produção e autores da pesquisa.

Ano	Modalidade	Programa/Universidade	Autor	Título
1994	Mestrado	Departamento de Multimeios do Instituto de Artes – UNICAMP/Campinas/SP	Hermes Renato Hildebrand	UNATEMAR: uma arte de raciocinar
1999	Mestrado	CEFET/RJ	Heloisa Borges Paiva	O infinito na matemática e suas manifestações na arte de M.C.Escher
2001	Doutorado	Departamento de Multimeios do Instituto de Artes - UNICAMP/Campinas/SP	Lygia Maria Maurity Saboia	Uma poética interdisciplinar: Arte, Matemática, Simetria e Linguagem de Programação Postscript Fundamentos e instrumentos.
2002	Mestrado	Programa de Pós Graduação em Educação – UFPR/PR	Larissa Fiedler Joly	Matemática e Artes: um estudo de sequências e progressões como

				modelo para a construção teórica da estética da matemática.
		Programa de Pós Graduação em Educação Matemática – USU/RJ	Kátia Regina Ashton Nunes	Um olhar matemático no mundo das artes - A arte do século XX como veículo de aprendizagem em geometria
2003	Doutorado	Programa de Pós Graduação em Educação – UFS/SC	Cláudia Regina Flores	Olhar, Saber e Representar: ensaios sobre a representação em perspectiva.
2004	Mestrado	Programa de Pós Graduação em Educação em Ciências e Matemática – PUC/RS	Berenice Ledur	Arte, Saber e Representar: ensaios sobre a representação em perspectiva.
		Programa de Pós Graduação em Educação em Ciências e Matemática – PUC/RS	Cristiano Othon de Amorim Costa	A perspectiva no olhar – Ciência e Arte do Renascimento.
		Programa de Pós Graduação em Educação – USP/SP	Cláudia Georgia Sabba	Reencantando a Matemática por meio da Arte: o olhar humanístico-matemático de Leonardo da Vinci
2005	Mestrado	Programa de Pós Graduação em Educação em Ciências e Matemática – PUC/RS	Helena Maria Antoniazzi	Matemática e Arte: uma associação possível
2006	Mestrado	Programa de Pós Graduação em Educação Matemática - UNESP	Marli Regina dos Santos	Pavimentações do Plano: Um estudo com professores de Matemática e Arte
		Programa de Pós Graduação em Educação – UFPR/PR	Glauce Maris Pereira Barth	Arte e Matemática, subsídios para uma discussão interdisciplinar por meio das obras de M.C.Escher.
		Programa de Pós Graduação em Educação Matemática – PUC/RS	Yumi Kodama	O estudo da perspectiva cavaleira: uma experiência no ensino médio.

2007	Mestrado	Programa de Pós Graduação em Educação em Ciências e Matemática – PUC/RS	Maira Leandra Alves	Muito além do olhar: um enlace da Matemática com a Arte.
		Programa de Pós Graduação em Educação Matemática – PUC/SP	Manoel Lima Cruz Teixeira	Ateliê de Matemática: transdisciplinaridade e Educação Matemática.
2008	Mestrado	Programa de Pós Graduação em Educação – UFPR/PR	Liliana Junkes Serenato	Aproximações interdisciplinares entre Matemática e Arte: resgatando o lado humano da Matemática.
		Programa de Pós Graduação em Ciências e Matemática – PUC/RS	Márcia Denise Gressler	Construindo uma percepção complexa da realidade a partir dos estudos de Fractais.
		Programa de Pós Graduação em Educação, Arte e História da Cultura – Mackenzie/SP	Denise Camargo Alves de Araújo	Ponto, linha e forma: interdisciplinaridade entre Matemática e Arte.
	Doutorado	Programa de Pós Graduação em Ciências da Comunicação – USP/SP	Wilton Luiz Duque Lyra	Intercomunicação entre Matemática-Ciência-Arte: um estudo sobre as implicações das Geometrias na produção artística desde o Gótico até o Surrealismo.
2009	Mestrado	Programa de Pós Graduação em Educação, Arte e História da Cultura – Mackenzie/SP	Dirceu Zaleski Filho	Arte e Matemática em Mondrian.
		Programa de Pós Graduação em Educação Científica e Tecnológica – UFSC/SC	Thatielli Meneguzzi	Os perspectógrafos de Dürer na Educação Matemática: História, Geometria e Visualização.
2010	Mestrado	Programa de Pós Graduação em Educação Matemática – UNIBAN/SP	Marcelo Rodrigues de Souza	Uma sequência de Ensino para o estudo da Perspectiva Cônica

		Programa de Pós Graduação em Educação Científica e Tecnológica – UFSC/SC	Hellen da Silva Zago	Ensino, Geometria e Arte: um olhar para as obras de Rodrigo de Haro.
2011	Mestrado	Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemáticas – FURB/Blumenau/SC	Georges Cherry Rodrigues	Introdução ao estudo de geometria espacial pelos caminhos da arte e por meio de recursos computacionais.
2012	Mestrado	Programa de Pós Graduação em Educação Científica e Tecnológica – UFSC/SC	Débora Regina Wagner	Arte, técnica do olhar e educação matemática: o caso da perspectiva central na pintura clássica.
		Programa de Pós Graduação em Educação em Ciências e Matemática – PUC/RS	Zulma Elisabete de Freitas Madruga	A criação de alegorias de carnaval: das relações entre modelagem matemática, etnomatemática e cognição.
2013	Mestrado	Programa de Pós Graduação em Educação em Ciências e em Matemática – UFPR/PR	Lucimar Donizete Gusmão	Educação Matemática pela Arte: uma defesa da educação da sensibilidade no campo da Matemática.
		Programa de Pós Graduação em Matemática/PROFMAT – UEL/PR	Cláudia Santos Codato Segura	Releitura de obras de arte pelo viés da Geometria Analítica: uma proposta interdisciplinar para o Ensino da Matemática.
		Programa de Pós Graduação em Educação Matemática – UFOP/MG	Alessandra Pereira da Silva	Matemática e Arte: análise de uma proposta de ensino envolvendo a pintura renascentista e a Geometria em uma classe do 9º ano do Ensino Fundamental em Belo Horizonte (MG)

Fonte: Dados da pesquisa.

Na tabela 2 podemos observar que a totalidade das pesquisas envolvendo Matemática e Arte se concentram nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, sendo facilmente observável que das pesquisas desenvolvidas nestas duas regiões a maior parte delas estão situadas na região Sul, com predominância nos cursos de pós-graduação nas universidades Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Universidade Federal do Paraná e Universidade Federal de Santa Catarina.

Apresentamos a seguir um breve comentário de cada pesquisa, que guarda alguma semelhança com a nossa dissertação, no geral baseada nos resumos presentes no banco de teses e dissertações da CAPES e na leitura parcial e completa de algumas dessas pesquisas.

Alves (2007) investigou, por meio da leitura de imagens, como os atributos matemáticos usados por alguns artistas no processo de criação e execução contribuem para a aprendizagem da Matemática. Para tanto, procurou reestruturar conceitos matemáticos presentes nas obras, ressaltando a importância da apreensão do vocabulário e da compreensão de seus significados de forma aprazível e pouco formal. Observou que em vários períodos da História foram verificadas inúmeras situações que sustentam o entrelaçamento das Artes Visuais nas aulas de Matemática. Assim, frente às muitas inquietações relativas ao ensino e à aprendizagem da Matemática e também da Arte. Foi delineada uma abordagem pedagógica na qual os alunos de uma turma de sexto ano e uma turma de sétimo ano de uma escola rural Municipal na região metropolitana de Porto Alegre construíram seus próprios conceitos matemáticos a partir das obras de artistas abstratos geométricos. Aqueles alunos que se sentiram pouco a vontade diante da necessidade da pesquisa para compreensão de conceitos, sendo esse o maior motivo de insatisfação por parte dos mesmos, cujo interesse estava voltado para a prática das operações elementares, que foi trabalhada, mas pouco evidenciada. Mas segunda a obra, muitas crianças mostraram-se bastante empolgadas com suas inúmeras descobertas conceituais, levando-as a uma satisfação pessoal e a uma aprendizagem efetiva e menos traumática, notória em suas composições artístico-geométricas.

Antoniazzi (2005) investigou a aplicação de conceitos matemáticos em atividades que associavam Matemática e Arte em uma turma de sétimo ano, em uma escola particular da cidade de Lajeado, no Rio Grande do Sul. O trabalho teve uma abordagem qualitativa, a partir de questionários aplicados aos alunos e

observação das atividades desenvolvidas e entrevistas realizadas com professores de Matemática. A pesquisadora relata que os alunos se mostraram receptivos ao trabalho, salientando que essas atividades propiciam ao professor conhecer melhor o ritmo próprio do educando, assim como suas habilidades e competências. Os docentes entrevistados consideraram que existe a possibilidade de trabalhar Matemática associada à Arte, em atividades que envolvam desenhos, medidas e noções de Geometria, bem como as que propiciam ao aluno construir o seu próprio material. Pelos dados obtidos por meio dos instrumentos de pesquisa utilizados, foi concluído que a relação entre a Matemática e a Arte motiva os alunos para o trabalho com os conceitos matemáticos subjacentes às atividades. Vincular Matemática à Arte constitui-se em uma maneira de levar o educando a ver a Matemática como uma obra construída pelo espírito humano, com equilíbrio, harmonia, beleza e delicadeza nos detalhes.

Santos (2006) pesquisou quais significados os professores de Matemática e de Arte atribuem ao trabalho com pavimentação do plano, envolvendo material manipulativo, em situação de ensino e de aprendizagem de Geometria, em um curso de Geometria. As atividades desenvolvidas nos encontros realizados com professores-alunos de Matemática e Arte tiveram como pano de fundo o tema pavimentação do plano e estavam associados a materiais didáticos manipuláveis. Foi apresentado um estudo referente aos conceitos e propriedades geométricas concernentes às pavimentações de Penrose³⁶. Os encontros foram filmados, transcritos e analisados sob a perspectiva da análise fenomenológica. As análises e interpretações efetuadas permitiram à professora identificar cenas que se mostraram significativas, as quais, mediante desdobramentos dos estudos interpretativos e efetuando as reduções sucessivas, levaram-nos a três categorias abertas: a primeira, construindo interdisciplinaridade – aproximações e afastamentos – aborda os significados que surgiram nesse contexto multidisciplinar, e que avançam em direção à interdisciplinaridade, revelando disposições para às trocas possíveis. A segunda, a prática pedagógica dos professores-alunos, enfoca os significados que explicitam a presença de educadores que trazem consigo suas vivências de sala de aula, a percepção que tem de seus alunos e suas expectativas em relação aos

³⁶ Roger Penrose, físico e matemático inglês. Colaborador de Stephen Hawking, estabeleceu uma teoria dos buracos negros e um mapa das regiões que os rodeiam, que recebeu o nome de diagrama de Penrose.

encontros. Por fim, a construção de conhecimento trata de construções, desconstruções e reconstruções que ocorrem no ambiente dos encontros, em meio a uma atitude empática, evidenciando os humores e disposições dos professores-alunos para ampliarem seus horizontes de possibilidades. A análise dessas categorias permitiu a elaboração de uma síntese, na qual apresentaram considerações quanto ao uso de materiais manipuláveis, a prática docente e a interdisciplinaridade da Educação Matemática.

Serenato (2008), pesquisa de cunho teórico, traça alguns pontos de contato entre a Matemática e Arte, a fim de subsidiar os diálogos interdisciplinares entre essas duas áreas tidas, comumente, como antagônicas, esperando assim auxiliar na quebra dos possíveis preconceitos advindos desta aproximação entre elas. Para tanto, evidenciou a relação em dupla via existente entre a Matemática e a Arte, através de uma pequena contextualização histórica de ambas. Demonstrou também que tanto a Matemática quanto a Arte são formas de conhecimento sobre a realidade, bem como frutos da criatividade humana, fatores estes que, quando não aceitos em qualquer um dos casos, geram preconceitos, já que a Matemática é vista pela Arte, mais como conhecimento e menos como criação e vice-versa. E por fim, apresentam, como exemplos, um artista e um matemático, Kandinsky³⁷ e Poincaré³⁸, respectivamente, que em nosso entender personificam um pensar e um agir interdisciplinar livre de preconceitos.

Barth (2006) objetivou, em primeiro lugar, salientar, que as ideias são exprimíveis em imagens e promovem o Desenho Geométrico em nível de linguagem, à educação do olhar e do raciocínio visual, para se compreender o significado do que é visto por meio da Arte e da Matemática; além de promover o conhecimento

³⁷ Vassili Vassilievitch Kandinski nasceu em Moscou em 16 de dezembro (4 de dezembro, no calendário juliano) de 1866. Fez o ensino médio em Odessa e estudos de direito e economia em Moscou, mas logo abandonou os cursos para ir estudar pintura em Munique, onde em 1898 entrou para a Academia Real. Fez viagens à Tunísia, França e Países Baixos, permanecendo em Paris quase todo o ano de 1906. Ao voltar para a Rússia em 1914, tornou-se em Moscou, professor da Academia de Belas Artes, diretor do Museu de Cultura e fundador da Academia de Ciências Artísticas. Ensinou na Bauhaus em Weimar, 1933 com o seu fechamento vai para a França e naturaliza-se em 1939. Em uma das fases da sua obra procurou apontar correspondências simbólicas entre os impulsos interiores e a linguagem das formas e cores. Morreu em Neuilly – sur – Seine em 13 de dezembro de 1944.

³⁸ Henri Poincaré nasceu em 29 de abril de 1854 em Nancy, França. A obra de Poincaré abrange a matemática pura, a física matemática e a mecânica celeste. Participou ativamente da polêmica sobre a crise dos fundamentos da matemática, surgida logo após a formulação da teoria dos conjuntos de Georg Cantor, e afirmou a impossibilidade de reduzir a matemática à lógica. Nomeado membro da Academia de Ciências de Paris em 1887, Poincaré presidiu-a em 1906. Autor de mais de trinta livros, em 1908 foi eleito para a Academia Francesa. Morreu em Paris, em 17 de julho de 1912.

matemático, sobre o espaço e a forma, pela identificação de conteúdos de desenhos geométricos em algumas obras de Maurits Cornelis Escher³⁹; contribuem à sistematização dos saberes das artes gráficas, desenhos geométricos e artes visuais em geral, de forma a se constituírem em uma fonte de conhecimento matemático; e auxiliam a pensar a inter-relação Arte/Matemática. Nessa pesquisa, foi enfatizada outra forma de pensar sobre uma possível inter-relação das áreas, Matemática e Arte, especialmente, a Arte presente no ensino da Matemática. Abordaram-se e discutiram-se temas necessários aos quais o professor deve analisar criticamente, em especial, a natureza do conhecimento artístico, o conhecimento do Desenho Geométrico, alguns conteúdos tais como espaço e forma, e a necessidade de se valorizar a intuição, a criatividade e a associação de ideias na escola.

Silva (2013) apresenta uma pesquisa, que investiga como a pintura, e em especial, a perspectiva na pintura renascentista, enquanto tema de uma proposta de ensino, pode contribuir para a aprendizagem de conceitos geométricos no 9º ano do Ensino Fundamental. Partindo da compreensão de que a Matemática é um saber social e culturalmente constituído, que influencia e é influenciado por inúmeras práticas sociais (dentre elas, a Arte, mais especificamente, a Pintura) e de que a aprendizagem da Matemática escolar pode ser enriquecida pelo trabalho com esses temas, em uma perspectiva interdisciplinar. Além disso, consideramos que a participação dos alunos nas aulas de Matemática deve ser mais ativa, criativa e reflexiva. Nesse sentido, o estudo, de cunho qualitativo, fundamenta-se teoricamente nas noções de aprendizagem situada, contextualização e interdisciplinaridade, bem como na noção de *empowerment*⁴⁰. Participaram do estudo 42 alunos do 9º ano do Ensino Fundamental de uma escola privada de Belo Horizonte (MG). Ao longo de nove encontros semanais, de 1h40min de duração cada, nos quais desenvolveram tarefas que buscavam tanto problematizar o papel dos conceitos matemáticos no

³⁹ Desenhista holandês, autor de obras caracterizadas pelo uso de elementos realistas para a obtenção de efeitos ópticos e geométricos impossíveis.

⁴⁰ Buscando a origem da palavra *Empowerment*, verificamos que no dicionário Oxford traz o seguinte significado: “1.authorize, license. 2.give power to, make able, empowerment a”(1.autorizar, permitir. 2.dar poder a, tornar possível). Por sua vez, o dicionário Merriam-Webster traz as seguintes definições: “1. to give official authority or legal power to. 2. Enable. 3. To promote the self-actualization or influence of” (1. dar autoridade oficial a ou poder legal. 2. habilitar, permitir, autorizar. 3. Promover a auto-atualização ou influência de). No dicionário American Heritage encontramos um exemplo para o uso da palavra, segundo da definição adotada por ele: “We want to empower ordinary citizens” (Nós queremos empoderar cidadãos comuns).

desenvolvimento da pintura em distintas épocas, quanto revisar aprofundar e aprender novos conhecimentos em Geometria a partir do estudo da pintura, com destaque para o estudo da perspectiva no Renascimento. Os dados foram coletados por meio de diário de campo, gravações em áudio e vídeo, registros produzidos pelos alunos e duas atividades avaliativas. Os resultados indicam que a proposta conseguiu mobilizar o interesse e o envolvimento da maioria do grupo, bem como aprofundar e rever conceitos já estudados, assim conseguindo fazer com que o grupo adquirisse o conhecimento de trabalhar com a perspectiva. Há fortes indícios de mudança de participação por parte dos alunos e de uma atitude mais reflexiva acerca dos próprios processos de aprendizagem. Em síntese, foi verificado que abordar a Matemática presente em outras práticas sociais, em especial, na Arte e na história, pode se constituir em uma rica oportunidade de aprendizagem. O estudo gerou um livreto, um produto educacional, destinado a professores, futuros professores e formadores de professores.

Zaleski Filho (2009) realiza um estudo a respeito da aproximação da Arte com a Matemática na obra do Pintor Piet Mondrian (1872-1944) pode contribuir para o processo ensino-aprendizagem em Matemática e para a criação da Matemática Visual. O trabalho foi desenvolvido buscando, ao longo da história, razões para aproximações e afastamentos entre essas áreas do conhecimento e sobre o reconhecimento da importância sociocultural dessas áreas. Tal obra também apresentou resultados de pesquisa a respeito da influência desses fatores sobre o processo de ensino-aprendizagem da Arte em Matemática e vice-versa. Em seguida, foi realizado um estudo sobre a trajetória do artista mostrando como e por que aconteceu essa aproximação em sua obra.

Zaleski Filho (2009) também apresentou estudos relativos ao Brasil sobre o processo de industrialização e o desenvolvimento da educação; a História da Matemática; Matemática escolar e o ensino de Arte. Foi também apresentado um relato de experiências vividas pelo autor desta dissertação, como professor de Matemática e de Desenho Geométrico, embasadas nos estudos anteriores, que identificam razões para que o ensino da Matemática e da Arte na escola fossem tão comprometidos no decorrer da história da educação brasileira. Esses fatos também ocasionaram a manutenção desse afastamento.

A obra em questão também efetua uma reflexão a respeito da importância da aproximação da Arte e da Matemática, em particular da Arte em Modrian. Essa

aproximação aliada à informática pode ser considerada uma das primeiras contribuições à criação da Matemática Visual que é hoje um poderoso instrumento de auxílio na resolução de problemas.

Souza (2010) explorou elementos da perspectiva cônica em três ambientes: com um perspectógrafo⁴¹, que com o ressurgimento da perspectiva⁴² se apresenta como instrumento de grande utilidade cuja descrição apresentamos nas três figuras a seguir, com o *CABRI 3D*, *software* de Geometria dinâmica, e no ambiente papel e lápis.

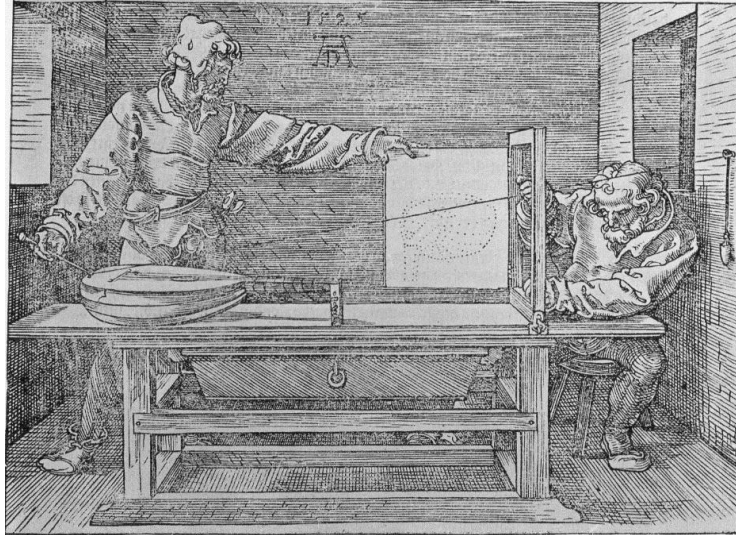


Fonte: PANOFSKY, 1971 p.252.

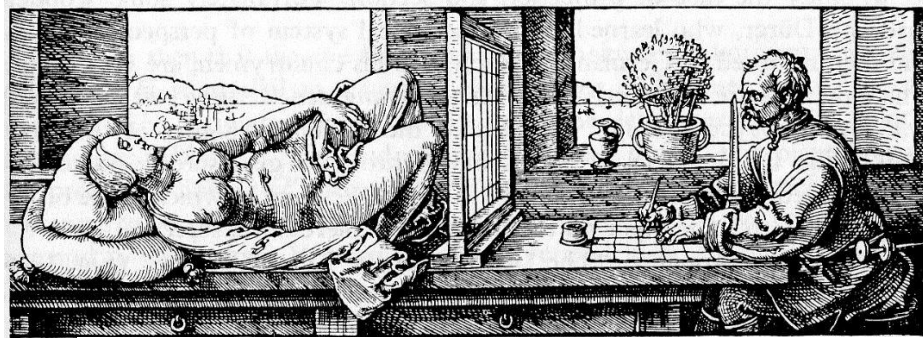
Figura 28: Perspectógrafo construído utilizando-se um painel de vidro enquadrado e moldurado num quadro de madeira.

⁴¹ No Renascimento, com o ressurgimento da perspectiva, há uma necessidade de se criar instrumentos que dessem acesso a uma técnica complexa que até então era dominada por poucos. As máquinas criadas por Albrecht Dürer tinham como finalidade facilitar a utilização de tal técnica de maneira que até mesmo quem não a conhecesse pudesse desenhar um objeto. Dürer criou três modelos de perspectógrafos que segundo Comar (1992) consistiam em imobilizar o olho do desenhista, depois determinar a intersecção de um raio visual com o plano do quadro, podendo ser este uma janela de vidro, uma janela quadriculada, ou um instrumento dotado de uma porta móvel. Todas elas trazem os componentes básicos da perspectiva que são o ponto de fuga e a linha do horizonte.

⁴² Não se sabe exatamente quando a técnica da perspectiva começou a ser praticada, um dos primeiros tratados sobre a perspectiva foi o de Agatarco de Atenas, escrito no século V a.C.. De acordo com Vitruvius, Agatarco foi o primeiro artista a desenhar cenários para representações teatrais, o que explica sua preocupação com a perspectiva. A Idade Média desconheceu a perspectiva matemática, cujas leis foram descobertas no início do Renascimento pelo arquiteto Filippo Brunelleschi, que estabeleceu alguns de seus princípios mais importantes, entre os quais o ponto de fuga.



Fonte: PANOFSKY, 1971 p.253.
Figura 29: Perspectógrafo dotado de porta móvel.



Fonte: KLINE, 1985. p.217.
Figura 30: Perspectógrafo composto de janela quadriculada.

A pesquisa se propôs a investigar as dificuldades apresentadas por alunos do Ensino Médio em relação à codificação de regras de perspectiva cônica. Para isso foi concebida uma sequência didática. Essa pesquisa, sustentada pelos trabalhos de Parzysz⁴³ sobre Geometria espacial, e pelos trabalhos de Vergnaud⁴⁴, sobre objetos matemáticos. A sequência foi apresentada a um grupo de alunos, do Ensino Médio, de uma escola pública do Estado de São Paulo. Os resultados apontam as dificuldades dos alunos em cinco categorias: dificuldade com o uso do perspectógrafo, dificuldades com o uso do *software* de Geometria dinâmica, dificuldades com a Geometria plana, dificuldade com a mudança do modelo teórico e dificuldades com a representação dos objetos. As produções dos alunos mostrou também que certos elementos da perspectiva cônica como ponto de fuga e linha do horizonte foram incorporados plenamente por eles, mas para a resolução de problemas mais complexos, os ambientes do perspectógrafo e do *software* Cabri 3D não se mostraram como meios dedutivos para que as atividades fossem concretizadas.

Zago (2010) apresentou fatos importantes que envolvem o contexto social e artístico como meio de aproximação e compreensão do seu trabalho. Apresentou reflexões acerca do ensino de Matemática, da relação com a Arte e a maneira com sua abordagem podem trazer bons resultados no contexto escolar. Além disso, como a ligação entre as ideias e reflexões apontadas, apresentou o exercício do olhar, do nosso olhar de educadores matemáticos, verificando, com base em nossos modos de ver, a potencialidade Matemática de cada uma das seis obras selecionadas.

Por fim Rodrigues (2011) discutiu as dificuldades encontradas pelos alunos em visualizar um objeto tridimensional quando representado num espaço

⁴³Bernard Parzysz, educador matemático e pesquisador da Universidade Diderot em Paris, na França. Desenvolveu um quadro teórico para o estudo do raciocínio geométrico buscando estabelecer uma articulação entre percepção e dedução. A construção deste quadro teórico foi baseado em pesquisas no domínio do ensino e da aprendizagem de Geometria, realizadas por Van Hiele, Houdement & Huzniak e Henry. A partir das propostas destes três trabalhos, Parzysz propôs uma forma de articulação entre os níveis de pensamento geométrico. Tomando por base a natureza dos objetos de estudo da Geometria e o tipo de validação, o autor propõe a consideração de dois tipos de geometrias: não axiomática e axiomática.

⁴⁴Gérard Vergnaud, educador matemático, diretor emérito de estudos do Centro Nacional de Pesquisas Científicas (CNRS, na sigla em francês), em Paris. Formado em Psicologia, fez sua tese de doutoramento com Jean Piaget, cujo título era: A Resposta Instrumental como Resolução de Problemas. A partir daí começou a se dedicar cada vez mais aos aspectos práticos, a Didática da Matemática. Sua descoberta mais importante é a chamada Teoria dos Campos Conceituais, que contribui para que entendêssemos como as crianças constroem os conhecimentos matemáticos.

bidimensional. Uma ampla visão sobre as Histórias da Matemática e da Arte mostra que diferentes geometrias foram construídas e se encontram subjacentes em criações artísticas. São sugeridas atividades pedagógicas relacionando Matemática e Arte, utilizando papel, tesoura, lápis, canetas, massa de modelar e recursos computacionais. Para auxiliar o professor que deseja realizar as atividades propostas, há pequenos textos, denominados considerações didáticas e relato da aplicação da atividade com alunos de uma sétima série, atualmente denominada oitavo ano da Educação Básica. Estas atividades também foram realizadas por licenciados de um curso de Matemática, e revelou que os graduandos apresentam as mesmas dificuldades que os estudantes do Ensino Fundamental no entendimento da representação em perspectiva. Assim, a proposta de estudos deste trabalho pode ser de grande valia como introdução para o estudo de Geometria espacial em outros níveis de ensino.

Verificamos que há uma predominância de trabalhos de cunho qualitativo, com a criação de oficinas ou sequência de atividades. Boa parte dos trabalhos são analíticos descrevem a observação e a realização das atividades em sala de aula.

A maioria das pesquisas são frutos de atividades de campo onde desenvolveram uma sequência didática e atividades de Geometria associadas à Arte, mas de maneira pouco aprofundada.

Tentando encontrar semelhanças e diferenças entre o nosso trabalho e os demais pesquisados, nossa análise nos aproximou de Silva (2013), pois possuiu como objetivo trabalhar atividades envolvendo a Matemática e a Arte em sala de aula, por meio de caderno de atividades, os registros que fez em sala, com gravação de áudio e caderno de campo. A diferença é que utilizamos atividades não de um único período com ela utilizou o Renascimento, e nossas atividades não trabalham com um único assunto, mas com vários.

Alves (2007) apesar de ter trabalhado obras de arte sugeriu que os alunos produzissem também obras de arte, utilizando como meio para ensinar um conteúdo específico.

Os trabalhos de Serenato (2008), Barth (2006), Zaleski Filho (2009) e Zago (2010) apesar de serem essencialmente teóricos despertam o nosso interesse por trazerem a importância da relação entre a Matemática e a Arte, além de incentivar a discussão a respeito do tema.

Percebemos que dentre todas as pesquisas encontradas nenhuma delas tem o olhar que temos para o tema que é trabalhar de maneira diversificada a Matemática e a Arte, não como projeto que possui começo e fim, mas como parte integrante do trabalho diário do professor.

Direcionamos nossa pesquisa na pintura, mas sem a limitação de trabalhar determinado período histórico, assim acreditamos que sem limitações é possível vivenciar várias experiências interessantes em sala, de tal forma a responder a questão que norteia o nosso trabalho que é **Como a Matemática e a Arte, através de uma abordagem interdisciplinar, podem favorecer o ensino e a aprendizagem da Matemática no 9º Ano do Ensino Fundamental de uma escola pública da cidade de São Gonçalo no Rio de Janeiro?**

Assim, compondo um dos alicerces da nossa pesquisa de cunho qualitativo está a metodologia, a qual se compõe de um conjunto de procedimentos, que nas palavras de Deslandes (1994)

A metodologia não só contempla a fase de exploração do campo (escolha do espaço da pesquisa, escolha do grupo de pesquisa, estabelecimento dos critérios de amostragem e construção de estratégias para a entrada em campo) como a definição de instrumentos e procedimentos para análise dos dados. (DESLANDES, 1994, p.46).

Portanto, foi nessa metodologia que nos baseamos para entender a questão a qual a pesquisa procura responder e cujas ações serão descritas a seguir.

CAPITULO 4

A METODOLOGIA DA PESQUISA

Neste Capítulo apresentamos as opções metodológicas que envolveram as escolhas que fizemos ao longo dessa dissertação de Mestrado, assim como tudo que permeia a pesquisa, tais como o contexto a que está inserido o nosso trabalho de campo e a pesquisa como um todo, os participantes, a construção das tarefas e as técnicas de coleta de dados.

Esta dissertação nasceu da necessidade de encontrarmos soluções que resolvessem a falta de interesse dos alunos pelas atividades em sala de aula e conseqüentemente a falta de aprendizagem que não estava sendo mais atendida por um ensino que precisava mudar. Ensino este que não mais atende a um aluno que vive num mundo altamente tecnológico em que as coisas mudam rapidamente, mas que ainda frequenta uma instituição que se comporta como a duzentos anos. Por isso, como tentativa para tentar reverter esse quadro de desânimo e desinteresse pelas atividades em sala de aula, decidimos sair da zona de conforto e nos aventurarmos no desconhecido.

Nesse sentido, optamos por trabalhar não só noções de Geometria, mas toda a Matemática quer pudermos alcançar com atividades previamente elaboradas que promovam a aprendizagem dos conteúdos matemáticos através da interdisciplinaridade da Matemática com a Arte de maneira natural, à medida que a cada atividade ele possa associar a um fato histórico e geográfico que esteja associado aquela pintura. Junção que tenha a capacidade de despertar o interesse através do olhar e da sensibilidade, desenvolvendo a criatividade do aluno e sua autonomia.

4.1 – Questão de investigação e objetivos da pesquisa

A partir de toda a problemática envolvendo o trabalho docente, e das reflexões que a prática tem nos dado recortamos a seguinte questão de investigação: Como a Matemática e a Arte, através de uma abordagem interdisciplinar, podem favorecer o ensino e a aprendizagem da Matemática no 9º Ano do Ensino Fundamental de uma escola pública da cidade de São Gonçalo, RJ?

Esta pesquisa buscou associar o contexto histórico, social, político e econômico à Arte, priorizando não este ou aquele período ao qual surgiu determinada pintura, mas um conjunto de pinturas que pudessem ser exploradas para que pudessem contribuir tanto na introdução como no aprofundamento de determinado conteúdos matemáticos e não só geométrico, de modo a criar um ambiente de ensino favorável à aprendizagem dos conteúdos propostos, ocorrendo de maneira a estimular a participação dos alunos, a troca de experiência, o trabalho colaborativo e a interdisciplinaridade entre as disciplinas como meio para alcançar o fim.

Além disso, desde o início do projeto já acalentamos a vontade de materializar as questões trabalhadas em sala de aula através de um produto educacional desta dissertação que possa ser utilizado por aquele professor que se sente incomodado com o que vê em sala de aula, e em especial em nossas escolas públicas.

Assim, o objetivo geral que norteou esse estudo foi tentar compreender como um conjunto de atividades, tendo como tema a pintura, influencia a participação dos alunos nas aulas de Matemática e a apropriação e aprofundamento de conhecimentos matemáticos por parte dos mesmos.

Tendo em vista a natureza da proposta, a questão de investigação e o objetivo geral, construímos os seguintes objetivos específicos:

1. Investigar como os alunos se envolvem com as atividades propostas;
2. Comparar seu envolvimento (fala, ações etc.) ao longo das tarefas com a forma como participavam antes da chegada da proposta de ensino;
3. Identificar alterações em seu comportamento perante as atividades assim como a sua relação com o outro e o professor.
4. Como os alunos têm aprendido os conceitos matemáticos em sala de aula.

4.2 – A pesquisa: opções teóricas e metodológicas

Levando em consideração a natureza das questões que investigamos e das ideias teóricas que sustentam esta pesquisa concordamos em abordar tais fatos através de uma pesquisa qualitativa, assim como defende Oliveira (2007), considerarmos a pesquisa qualitativa como sendo uma tentativa de se explicar em profundidade o significado e as características do resultado das informações, assim como analisar a interações entre as variáveis envolvidas no processo, assim como analisar, compreender e classificar tais processos, oferecendo contribuições para o processo de mudanças.

Por considerar tal abordagem mais apropriada para o tipo de pesquisa que desenvolvemos, sendo que tal pesquisa acontece num ambiente natural que é a sala de aula com o investigador assumindo, em sua própria turma que já leciona, o papel de investigador sendo pra este mais importante as interações ocorridas durante o processo que o próprio resultado em si. Em síntese, o interesse da pesquisa se baseia em tentar compreender de modo mais profundo como cada aluno relaciona as questões que lhe são apresentadas, levando em consideração as suas vivências e experiências externamente ao ambiente escolar, analisando em que medida tais intervenções possam contribuir ou não para melhorar a abordagem do ensino objetivando a sua aprendizagem em Matemática.

Na pesquisa priorizamos uma abordagem qualitativa que estivesse de acordo com as propostas de ensino em que uma sequência de atividades preparadas de maneira que deixasse transparecer uma proposta de ensino interdisciplinar, envolvendo Matemática e Arte, apoiada pela contextualização chancelada por disciplinas como a História, a Geografia e a Filosofia.

Outra característica do nosso trabalho foi pela opção por atuarmos como professores pesquisadores durante o desenvolvimento das propostas em sala. Segundo Lima (2007),

os professores pesquisadores ministram, relacionam e instrumentalizam os alunos para as aulas e cursos oferecidos em todos os níveis educacionais ao exercerem uma atividade que busca reunir informações sobre um determinado conteúdo matemático.(LIMA, 2007, p.18).

Assim, desenvolvemos as atividades, coletamos e organizamos as mais diversas informações, buscando estar atentos aos objetivos da investigação, privilegiando o trabalho coletivo e colaborativo dos alunos, fazendo com que o trabalho do professor pesquisador aconteça de maneira quase natural, pois se encontram envolvidos pelo e com o objeto de pesquisa.

4.3 – Contextos gerais e participantes da pesquisa

A proposta de trabalho foi desenvolvida em um CIEP da rede estadual do Rio de Janeiro, localizado próximo a uma rodovia estadual, na cidade de São Gonçalo, esta escola atende desde o segundo seguimento do Ensino Fundamental até o terceiro ano do Ensino Médio, sendo oferecidas nos três períodos do dia. A escola é composta de 40 professores, 25 funcionários e 982 alunos.

A escola possui 29 anos de história⁴⁵, e conta com um espaço físico privilegiado, pois possui quadra de esportes polivalente, espaço para as refeições, vestiário, sala de vídeo, um espaço para apresentações, um pequeno laboratório de informática e uma biblioteca. Todas as salas são equipadas com ar condicionado e quadro branco.

A proposta pedagógica da escola visa desenvolver os objetivos específicos de cada disciplina tendo como propósito o alcance das metas estipuladas pela SEEDUC/RJ⁴⁶ com o intuito de atingir uma aprendizagem dos alunos à realização das avaliações externas SAERJ⁴⁷ e PROVA BRASIL⁴⁸.

A escolha da escola e dos sujeitos da pesquisa se deu por afetividade, pois estudei o Ensino Fundamental nela e também sou professor de Matemática nessa escola.

Quanto à escolha da turma optei por uma turma onde já atuava que foi uma turma do 9º ano do Ensino Fundamental à tarde, cujos alunos são rotulados pela comunidade escolar como a “pior turma de 9º ano” (ipsis verbis), sendo que a escola

⁴⁵ História essa que se confunde com a minha, por eu ter sido aluno dessa escola, no Ensino Fundamental.

⁴⁶ Secretaria Estadual de Educação do Rio de Janeiro.

⁴⁷ Sistema em larga escala do Estado do Rio de Janeiro que avalia todas as séries finais do Ensino Fundamental e Médio.

⁴⁸ Avaliação em larga do Governo Federal, em larga escala, que avalia o Ensino Fundamental de todas as escolas públicas do Brasil.

possui quatro turmas desse ano de escolaridade, duas no período da manhã e duas à tarde.

A escolha dessa turma se deu por se considerar um desafio trabalhar com pesquisa com sujeitos aos quais fogem ao senso comum, que é a de fazer trabalho de campo com a melhor turma da escola. Assim saberemos que os objetivos propostos caso sejam alcançados, por si só já representarão uma fonte interessante para futuras pesquisas. Dessa forma os participantes do estudo são 6 alunos dos 25 regularmente matriculados no 9º ano do Ensino Fundamental da escola estadual supracitada. Conversando com os alunos constatamos que 15 alunos possuem computadores em casa, mas só 8 possuem acesso a *internet*.

A maioria dos alunos da turma está fora da faixa etária ideal para o 9º ano de escolaridade que é entre 14 e 15 anos de idade.

Boa parte dos alunos se conhece, pois moram nas mesmas comunidades ou em comunidades próximas, sendo boa parte deles oriundos de outras escolas. De modo geral são agitados, falam alto a maior parte do tempo e alguns estão sempre com seus celulares ligados, apesar disso há alunos que possuem um comportamento diferente dos já citados acima. Na escola essa turma se destaca negativamente, pois quase sempre não estão trajando o uniforme, que consiste unicamente na camisa e alguns já relataram que fazem uso de álcool nos finais de semana.

Mesmo com tantos pontos negativos temos visto uma melhora na participação das aulas e no interesse em participar das atividades propostas pelo projeto.

4.4 – Procedimentos

Inicialmente conversei com a direção a respeito do projeto que desenvolveria nessa turma, descrevendo com detalhes, a proposta de ensino que pretendíamos desenvolver, uma das diretoras ficou bastante interessada, pois envolvia a sua área de formação que é a Arte.

Contando com o apoio da direção a partir de setembro de 2014 iniciei as atividades em sala sem maiores transtornos, pois era uma turma que eu já trabalhava.

Para fins da descrição das aulas, atividades desenvolvidas e descrição das aulas, os nomes dos alunos foram trocados por codinomes escolhidos por eles mesmos.

4.5 – Os encontros

Realizamos cinco encontros de 140min cada, às segundas-feiras, no turno da tarde, de 13h às 14h40min com os nossos 6 sujeitos de pesquisa, nesses cinco encontros as atividades foram realizadas por todos os 23 alunos da turma, mas só analisamos a produção de 6 desses alunos, o critério de exclusão dos demais alunos da pesquisa, se deu a partir da frequência deles, assim escolhemos aqueles que mais frequentaram as aulas de RPM durante os meses de fevereiro a outubro de 2014.

No primeiro encontro passamos um vídeo, de aproximadamente 20 minutos, que fala sobre a relação da Matemática com a Arte e como pintores e arquitetos usavam e usam a Matemática em suas criações, conheceram obras de artistas com Leonardo Da Vinci (1452 – 1519), Michelangelo (1475 – 1564), Albrecht Dürer (1471 – 1528), Luiz Sacilotto (1924 – 2003), Max Bill (1908 – 1994), Pablo Picasso (1881 – 1973) e Oscar Niemeyer (1907 – 2012), entre outros, logo após o vídeo, eles foram convidados a responder a uma folha sobre questões relacionadas com o que foi assistido na mídia. Sendo esta uma das atividades que foram elaboradas para serem realizadas individualmente.

Em todos os encontros os alunos foram incentivados a se expressarem a respeito das atividades em que são convidados a participar, falando das suas dificuldades, assim como aspectos positivos, negativos e obstáculos que encontram para realizá-las.

O quadro abaixo foi organizado de acordo com as tarefas realizadas nos 5 encontros.

Tabela 4: Cronograma de atividades.

Atividade	Tema da aula	Conteúdos matemáticos trabalhados
1 – 25/08/2014	Vídeo sobre A relação entre a Matemática e a Arte	Figuras equivalentes, noções de polígonos e operações com números racionais e irracionais.
2 – 1/09/2014	O Renascimento e as primeiras obras que trazem elementos matemáticos	Sólidos geométricos, sequências numéricas e operações com números inteiros.
3 – 8/09/2014	A multiplicação e a divisão no quadro Guache de Sacilotto – parte 2	Multiplicação, potenciação e área do quadrado, círculo e circunferência.
4 – 15/09/2014	Trabalhando quadriláteros com a superfície modulada da Lygia Clark	Quadriláteros e áreas de figuras equivalentes.
5 – 29/09/2014	Avaliação das Atividades realizadas em sala	

Fonte: Dados da pesquisa.

As atividades foram planejadas com o objetivo de sensibilizá-los através da Arte contida nas tarefas propostas, além de mostrar através das pinturas, que retratam a maior diversidade de gêneros, como o homem se expressava através de outros tipos de linguagem. Assim como fazê-los refletir sobre quais fundamentos estavam alicerçados as produções artísticas.

A propor que os alunos trabalhassem com obras de arte, no nosso caso pinturas, procuramos fazer com que eles percebessem como a Matemática e a Arte, durante a história, se desenvolveram juntas e como que a Arte se favoreceu dessa relação para criar grandes obras.

Além disso, para que tivessem contato com tais produções disponibilizamos todo o material que iríamos trabalhar, como folhas em tamanho A4 (Cf. figura 10 a seguir) contendo as réplicas das obras impressas em colorido, além de todo o material de desenho como régua, papel, tesoura, lápis preto e lápis de cor e cola.

Com o objetivo de tornar o processo de Ensino e Aprendizagem um alvo a ser alcançado, não nos importou em providenciar por conta própria todo o material

necessário a realização das tarefas, haja vista que pudemos fazer com que tivessem acesso ao que havia de melhor, em termos de qualidade, para se trabalhar. Pois o material disponibilizado pela escola era insuficiente para que todos pudessem utilizar.



Fonte: Foto do estudo, 2014.

Figura 31 – Alunos realizando atividade.

As aulas, em geral, foram realizadas da seguinte forma: propúnhamos uma atividade a partir da explanação ora vídeo ora simples apresentação da história relacionada a uma determinada imagem, que eram impressas em quantidade suficiente que pudessem observar sem muito tumulto, falávamos um pouco da vida daquele artista, sua nacionalidade, assim como aspectos geográficos e históricos relacionados à obra. Após essa breve apresentação os alunos eram convidados a descobrir a Matemática que esteja implícita ou explícita naquela pintura. Além disso, atividades para pintar, colar, cortar, montar, desenhar e calcular eram desenvolvidas a partir daí.

Normalmente os alunos demonstraram um interesse que não costumamos vê-los ter em exercícios do tipo; arme e efetue ou calcule. As atividades quando não podiam ser finalizadas em sala, eram recolhidas e terminadas na aula seguinte, devido a facilidade que eles tem em perder coisas.

4.6 – A coleta de dados

Os dados foram coletados do dia 25 de agosto a 29 de setembro de 2014. A coleta foi feita a partir de diferentes instrumentos, que apresentamos a seguir.

- **Diário de Campo:**

O diário de campo do pesquisador foi utilizado, como recomenda Deslandes (1994), pois trazia informações a respeito das observações realizadas durante a coleta de dados. Nesse diário foram escritos os detalhes dos comportamentos dos alunos durante as atividades, além das impressões do professor-pesquisador em relação à turma, informações que pensamos serem importantes para complementarem a análise de dados da pesquisa, como a postura dos alunos, os comentários durante a realização das atividades e o caminho que eles percorreram até chegar às aquelas conclusões.

- **Folha de Atividades dos participantes:**

Não trabalhamos com um caderno de atividades, mas com folhas tamanho A4 (Cf. figura 31 antecedente) que cumpriam essa função, pois tudo que eles realizaram, foi pedido que o registro fosse feito na folha, que foi providenciada por nós para as atividades realizadas em sala, essas folhas, recolhidas ao final de cada encontro contém material importante para a análise da pesquisa

- **Diagnósticos de conhecimentos matemáticos:**

Por ser professor da turma em que a pesquisa está sendo aplicada, não vimos necessidade em aplicar uma avaliação diagnóstica no início do processo, pois já temos ciência das condições as quais eles se encontram, pois ao longo dos bimestres temos trabalhado, com alguma frequência, os conteúdos que eles apresentam grandes dificuldades como as operações básicas envolvendo números racionais, razão, proporção, área de figuras planas, operações básicas envolvendo área e volume de sólidos geométricos etc.

Assim, entendemos ser oportuno avaliar o quanto eles avançaram em relação ao programa de Matemática no final do processo.

4.7 – A ideia por trás das atividades

Nessa pesquisa procuramos trabalhar a concepção das atividades segundo uma visão contextualizada e interdisciplinar que pudesse respeitar as individualidades e que atendessem a uma formação mais abrangente que os próprios conteúdos matemáticos ali presentes.

Ao concebermos as atividades, nós buscamos apresentá-las da maneira mais natural possível, explorando todo o conhecimento que pudéssemos utilizar em prol de uma aprendizagem que não só se aproveitaria da Arte, mais de todo contexto social, político, histórico e econômico na qual aquela obra está inserida.

Assim, nas palavras de Tomaz e David (2008) entendemos a contextualização da Matemática como um processo sociocultural que consiste em compreendê-la, tal como todo conhecimento cotidiano, científico ou tecnológico, como resultado de uma construção humana, inserida em um processo histórico e social.

4.8 – A análise

Após o término da produção obtida nos encontros, transcrevemos os diálogos⁴⁹ dos alunos, assim como as atividades produzidas por eles, que conjuntamente com os registros do diário de campo do pesquisador, que traz apontamentos da realização das atividades, ora em grupo ora individualmente, bem como suas respectivas impressões em relação às atividades interdisciplinares que lhes foram propostas. Além disso, foi proposta uma atividade final, que também analisamos, cujo objetivo não foi aferir uma nota ao trabalho, mas sim dar um

⁴⁹ Como os diálogos foram gravados durante as tarefas realizadas ora em grupo ora individualmente, e a acústica das salas de aula são ruins, pois a escola se encontra localizada à beira de uma rodovia estadual, além disso há dois ar-condicionados que fazem bastante barulho, não sendo possível distinguir o que a verbalização dos alunos, sujeitos da nossa pesquisa, dos ruídos produzidos no ambiente escolar.

fechamento à pesquisa, pois as práticas de tais atividades já foram incorporadas ao labor diário do professor-pesquisador nas suas turmas do Ensino Básico.

Com esse material em mãos, e com a compreensão do referencial teórico inserido nessa pesquisa, buscamos, conjuntamente com a leitura das atividades propostas, entender como a Aprendizagem pode se tornar bem sucedida com a abordagem interdisciplinar entre duas disciplinas, como a Matemática e a Arte, abordagem essa que pode ser utilizada para introduzir ou aprofundar determinados conteúdos trabalhados no Ensino Fundamental.

A nossa proposta, como ocorreu, foi analisar a produção de significados matemáticos à luz do MCS, realizando uma leitura plausível da produção de significados dos trabalhos realizados por seis alunos, dos 25 alunos dessa turma de 9º ano, como casos mais específicos da turma, escolhidos da seguinte forma: alunos que participaram de todas as tarefas propostas, assim como suas escritas. Além disso, voltamos o nosso olhar para duas perspectivas: indícios de mudança de postura em relação à Matemática, desde a simples maneira de sentar para realizar as atividades, como também a sua participação nas discussões que vierem a acontecer e os possíveis indícios de Aprendizagem dos conteúdos matemáticos abordados.

Assim, analisamos a fala dos seis alunos escolhidos e o material escrito, que produziram durante as atividades, com o objetivo de encontrar possíveis contribuições para a construção e aprofundamento dos conteúdos matemáticos estudados. Através de uma proposta inovadora de Ensino, cujo objetivo é associar a Matemática e a Arte, além de uma constatação relacional entre as duas, que vá em direção a uma Aprendizagem cujo objetivo de aprender Matemática seja alcançado.

Desta forma apresentamos a seguir, algumas propostas trabalhadas pelos seis alunos, que são os nossos sujeitos de pesquisa, e que assumiram os seguintes pseudônimos⁵⁰:

Os meninos: **Jesus**, **Deepweb**, **Don Juan** e **Naruto**, enquanto as meninas são: **Lia T** e **Baixinha**.

⁵⁰ Considerando uma pesquisa pública de uso irrestrito os sujeitos de pesquisa, com o intuito de preservar as suas identidades, assumiram pseudônimos.

CAPÍTULO 5

DESCREVENDO O PROCESSO POR MEIO DAS ATIVIDADES

Neste capítulo apresentamos algumas atividades desenvolvidas pelos alunos do 9º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública do Município de São Gonçalo, RJ. Nosso objetivo foi, à medida em que as atividades foram sendo trabalhadas, ao longo de 2 meses, construir uma visão da relação entre as atividades utilizadas, durante as aulas de Matemática, os alunos e o professor pesquisador, buscando fazer uma leitura plausível da produção de significados dos sujeitos de pesquisa, procurando entender, do ponto de vista dos sujeitos pesquisados, os motivos pelos quais os levou a dizer o que disseram e a fazer o que fizeram.

Para isso utilizamos o diário de campo do professor pesquisador, as atividades coloridas, impressas em papel A4, realizadas pelos pesquisados, cujos nomes verdadeiros foram substituídos por pseudônimos.

Concordamos em analisar a produção dos alunos de maneira cronológica, assim acreditamos que possamos construir uma visão do processo que mesmo após o fim da pesquisa, não se perdeu, mas continua com a mudança de prática do professor e com uma postura do aluno mais crítica em relação aos conteúdos matemáticos estudados. Ainda assim, procuramos num momento que antecede a realização das atividades pelos alunos, explicar de maneira clara, o contexto histórico e geográfico em que está inserida aquela atividade que será trabalhada, durante isso fotografamos vários momentos em que se dão as atividades realizadas em sala.

Numa primeira atividade, realizada no dia 25 de agosto de 2014, nos dois primeiros horários do turno da tarde, que iam de 13h às 14h40min, apresentamos um vídeo de aproximadamente 20 min, que traz um professor de Matemática falando sobre a relação entre a Matemática e a Arte em diversos momentos da história do homem e como essa relação aconteceu no passado, através da pintura, escultura e arquitetura e como ela tem influenciado uma a outra até os nossos dias.

5.1. Análise das atividades

Passamos agora a analisar a produção de significados dos sujeitos de pesquisa a partir daquilo que produziram mediante as atividades que lhes foram propostas, fazendo uma leitura plausível, ou seja, olhar para os objetos com os quais o sujeito de pesquisa está operando, buscando entender, do ponto de vista deste sujeito, o motivo pelo qual o levou a dizer o que disse e a fazer o que fez.

1º Encontro: Apresentação do vídeo Arte e Matemática - Realizado em 25/08/14.



Fonte: Ministério da Educação e Cultura. Secretaria de Educação a distância. TV Escola – DVD escola. Matemática: Arte e Matemática – Parte 1. Brasília: SEED/MEC, 2005.

Figura 32: Estudo, 2014.

Objetivos: Identificar os significados produzidos pelos sujeitos de pesquisa quando assistem a um vídeo cujo tema é a relação entre Matemática e Arte. Depois, possibilitar uma reflexão entre possíveis relações existentes entre duas áreas diferentes, estabelecendo uma relação cujo grande beneficiado pode ser a sua concepção do uso da Matemática.

Atividade 1: Faça um breve comentário sobre o que você achou do vídeo e o que e sobre o que ele fala.

Jesus

Achei o vídeo legal as formas diferentes que ele fez com o Tangram.

Deepweb

Eu nunca achei que tivesse relação entre a Matemática e Arte, e esse vídeo mostra que tem, né professor?

Don Juan

Achei um vídeo bem explicativo, falava das grandes obras de artistas conhecidos pelo mundo inteiro.

Naruto

Legal professor como seria bom se as aulas de Matemática sempre fossem assim.

Lia T

Achei interessante ver essa relação entre a Arte e a Matemática, ver que uma usa a outra.

Baixinha

Achei legal as formas diferentes que ele fez com Tangram, além de falar de artistas como Leonardo Da Vinci, Oscar Niemayer e Escher.

Analisando as respostas que os sujeitos de pesquisa deram em relação ao vídeo percebemos que os seus relatos vão a algumas direções: Os relatos de Deepweb e Lia T, visto que sua produção de significado se dirige em relação a intenção do vídeo, é mostrar a relação entre a Matemática e a Arte.

Em relação aos relatos de Don Juan e Baixinha, apesar de irem em uma direção que não esperávamos, haja visto que o vídeo fala sobre a relação entre a Matemática e a Arte, não está errada a sua leitura, a sua produção de significado esteve direcionada para uma determinada imagem do vídeo.

Assim como Baixinha e Don Juan, que produzem significados a partir de alguns elementos do vídeo, Jesus também produz seu significado olhando para uma determinada imagem, que é o Tangram. Já Naruto se distancia da produção de significado dos 5 sujeitos da pesquisa pois a sua produção de significados mostra um distanciamento em relação a dos seus demais colegas.

Considerações

O vídeo cumpriu com o seu objetivo que era mostrar através de imagens a relação entre a Matemática e a Arte.

Os alunos, os nossos sujeitos de pesquisa, considerando os elementos contidos no vídeo, fizeram de uma maneira geral uma leitura plausível das considerações a respeito daquilo que haviam assistido, percebendo que a grande questão levantada pelo vídeo foi a relação existente entre duas disciplinas mostradas através de imagens. Assim nas palavras do artista gráfico e pintor Max Bill. (apud Zaleski Filho, 2013)

[...] por enfoque matemático não se deve entender medidas e cálculos aplicados à Arte; o conceito não precisa ser restrito. Até hoje toda obra de arte tem tido em proporções variadas uma fundamentação matemática baseada em divisões e estruturas geométricas. Na Arte Moderna, os artistas também têm utilizado métodos reguladores baseados no cálculo, dado que esses elementos, junto aos de caráter mais pessoal e emocional, têm assegurado à obra de arte seu equilíbrio e harmonia. (Zaleski Filho, 2013, p.149)

2º Encontro: Quadrado Mágico – Realizado em 1/09/14.

Objetivo: Neste encontro tivemos como objetivo verificar se o participante conseguiria estabelecer relação entre o contexto histórico, em que ocorre a pintura. Assim como, verificar como e de que maneira eles estabelecem essas relações.

O ambiente da sala estava mais agradável, os dois ar-condicionados estavam funcionando adequadamente, proporcionando condições propícias à aprendizagem. Para podermos desenvolver a atividade do dia começamos falando sobre o período Renascentista e de todo o desenvolvimento artístico e científico que ocorreu nessa época, além dos artistas italiano e alemão, Leonardo da Vinci e Albrecht Dürer. Após

esses breves comentários, que duraram cerca de 30 min, distribuímos cópias coloridas da obra *Melancolia*, de autoria do pintor alemão, que segundo a Renascença foi o primeiro a apresentar ao Ocidente o quadrado mágico, mas muito conhecido em países como China e Índia.

Distribuídas as cópias, pedimos que por alguns segundos observassem a obra do artista Renascentista e nos dissessem o que no quadro lembrava a Matemática, prontamente muitos responderam que viam uma balança, uma “bola”, um compasso, “uma caixa” e um quadrado com vários “númeroszinhos”, então após discutirem entre si falamos que todas aquelas coisas eram objetos matemáticos que para o artista faziam muito sentido estarem ali, tais como a esfera, o compasso, um sólido geométrico criado pelo próprio artista, além do quadrado mágico. Além disso, há também a figura de um ser alado, que para muitos pode ser descrito como um anjo, ou filósofo angustiado com questões insolúveis, que podem estar gerando um momento de contemplação ou de *Melancolia*.

Alguns alunos se mostraram interessados em saber o que tinha de interessante no quadrado mágico e foi aí que pedimos a eles que tentassem somar os números em qualquer posição para ver o que dava, e o que perceberam ao fazer os cálculos, alguns numa folha, outros mentalmente, descobriram que quando somavam os números em qualquer direção sempre dava o mesmo resultado.

À medida que avançávamos na discussão pedimos que voltassem sua atenção para o quadro branco, pois explicaríamos como Albrecht Dürer criou aquele quadrado mágico, fizemos mais três exemplos com sequências de números naturais e também com números inteiros negativos.

Ao final, quando vimos que eles já haviam entendido o processo, pedimos que resolvessem os problemas propostos na folha que receberam que consistiam em achar o valor “daquele quadrado”, achar a sua ordem e por fim reproduzir 4 quadrados mágicos utilizando sequências numéricas

A riqueza da atividade se deu quando para isso utilizaram números múltiplos, potências e números negativos.

Reproduzindo a atividade a seguir temos:

Atividade 2: Na gravura, a seguir chama *Melancolia I*, do pintor alemão Albrecht Dürer (1471 – 1528), presente na gravura feita em cobre, no canto superior direito, está um curioso quadrado mágico, cuja soma dos números em vertical, horizontal e diagonal sempre dão o mesmo resultado. Além disso, há a presença de vários outros elementos como uma esfera, um sólido geométrico, criado especialmente para esta gravura, além de um compasso na mão do ser alado.



Fonte: RUSSELL, 1967, p.115.

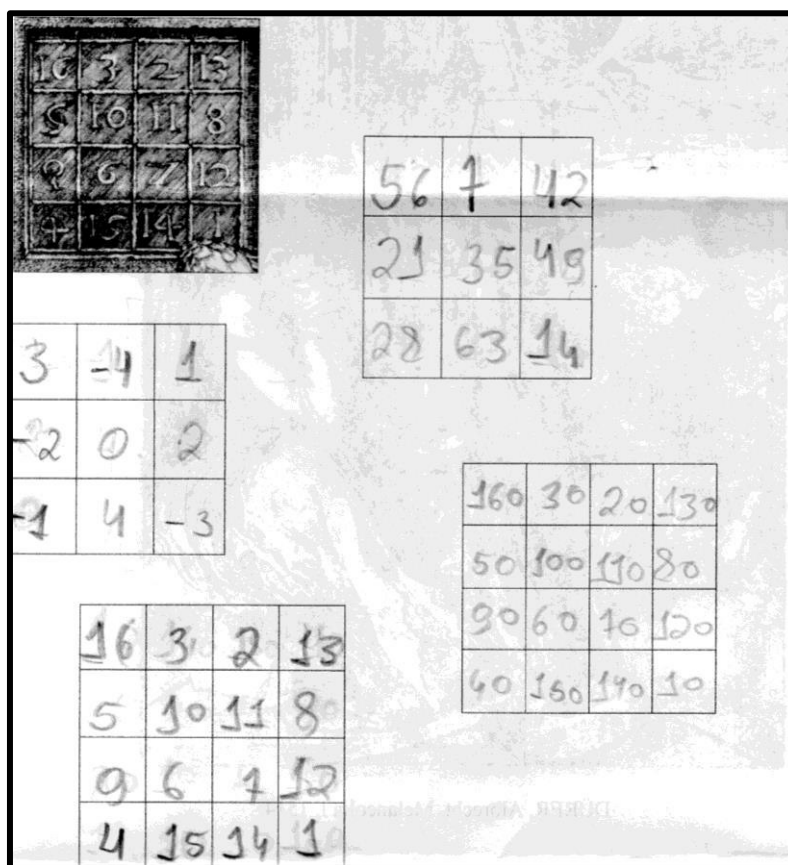
Figura 33: Melancolia I, Albrecht Dürer, 1514. Gravura em cobre, 25 x 18,8 cm.

Esta atividade, inserida num contexto histórico, em que trabalhamos uma gravura, nos possibilitou perceber como os alunos com exceção de **Deepweb**, produziram significados em uma mesma direção, nos deparando com lógicas operatórias semelhantes.

Os participantes da pesquisa **Lia T**, faltou neste dia e **Don Juan** chegou ao final da aula, assim não pode participar.

Nossa análise será feita considerando individualmente a produção de cada um dos alunos.

Deepweb



Aqui não falamos de progressão aritmética (P.A.) e muito menos de progressão geométrica (P.G.), mas somente de sequências numéricas, as quais eles podem utilizar para criar quadrados mágicos, como o que aparece na obra de Dürer. Assim precisam operar de forma que em cada linha horizontal, vertical ou em diagonal, deem o mesmo resultado.

Falamos de diagonal principal e secundária, por considerarmos um conceito do campo semântico resolução de matrizes, de fácil compreensão para os alunos do 9º ano do Ensino Fundamental.

Deepweb em sua maneira de operar estabeleceu a partir do segundo quadrado uma maneira diferente de chegar ao resultado pretendido, pois conseguiu durante a atividade apropriar-se da mesma forma utilizada por Dürer, ou seja, ele se apropriou de um modo de produção de significado entendido como legítimo em relação à atividade proposta. Nos termos do Modelo dos Campos Semânticos (MCS), “conhecimento é do domínio da enunciação, e não do enunciado: não há conhecimento em livros”. (LINS, 2008, p. 541)

Jesus utilizando múltiplos de 100, 3, 2 e 50 respectivamente para preencher os quatro quadrados mágicos, ele combina, testando a soma das diagonais, verticais e horizontais até que consegue com sucesso criar os seus quadrados mágicos. É legítima a sua lógica que diante do preenchimento correto ele não vê necessidade de explicar, sendo plausível a sua maneira de operar.

16	3	2	13
5	10	11	8
9	6	7	12
4	15	14	1

800	100	600
300	500	700
400	900	200

= 1500

24	3	18
9	15	21
12	27	6

= 45

32	6	4	26
10	20	22	16
18	12	14	24
8	30	28	2

= 68

800	150	100	650
250	500	550	400
450	300	350	600
200	750	700	50

= 1400

Assim há uma leitura positiva a partir da produção de conhecimento e de significado pelo aluno.

Baixinha criou os seus quadrados mágicos da seguinte forma: Para formar o primeiro quadrado utilizou uma sequência numérica a partir do número 20, aumentando em 10 unidades para chegar ao termo posterior e assim ao último termo que é 80. No segundo quadrado mágico ele utiliza múltiplos de 5, começando pelo próprio 5. Nos quadrados mágicos maiores, de 16 números ela cria sequências que aumentam uma unidade em relação a seu antecessor.

Nos quadrados mágicos de nove números ela estabelece uma produção de significado que vai em direção ao que foi produzido por **Jesus**. E assim diferente do que foi produzido por Dürer, produz conhecimento testando números em posições diferentes e arrumando até que na tentativa e erro consiga arrumar os números de

maneira que operem logicamente em qualquer direção em que sejam somados, dando o mesmo resultado.

Por fim **Naruto** que criou sequências numéricas da seguinte forma: Para o primeiro quadrado mágico, de nove números, ele criou uma sequência em que o primeiro número é o 100 e a cada um dos demais é somado sem unidades, até o 900. No segundo quadrado mágico ele constrói uma sequência, a partir do número 10, em que os números aumentam de 10 em 10, até o número 90. Nos dois últimos quadrados mágicos, os de 16 números, ele procura operar seguindo a mesma lógica dos dois primeiros, sequências aritméticas simples, sem maiores complicações. O problema surge quando ele tenta operar a partir de um novo conjunto, ao qual ele não possui domínio suficiente para operá-los, esse conjunto é o dos números inteiros, cuja representação através de conjuntos numéricos é: $\mathbb{Z} = \{\dots, -4, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, 4, 5, \dots\}$. Assim, podemos perceber que o conhecimento, que deveria ter sido produzido, através de atividades em séries anteriores não foi produzido, os números inteiros se apresentam como obstáculo epistemológico para ele, pois ele só consegue produzir significado operando com números naturais.

10	3	2	13
5	10	11	8
9	6	7	12
4	15	14	

800	100	600
300	500	700
400	900	200

80	10	60
30	50	70
40	90	20

160	30	20	130
50	100	120	80
90	60	40	120
40	150	140	10

8	-6	-7	5
-5	7	6	-8

Considerações

O nosso interesse não está em apontar aqui onde os alunos erraram ao realizarem sem cálculos, ou repreendê-los, ou culpa-los por não terem conseguido realizar as atividades. Seria uma visão rasa, e também descompromissa, quando coloco no outro, exclusivamente a culpa pelo seu fracasso. Nosso objetivo é olhar para a lógica que foi desencadeada pela leitura do resíduo de anúncio da atividade proposta no 2º encontro, mediante aquilo que estamos construindo a partir da Interdisciplinaridade entre a Matemática e a Arte contida no vídeo do 1º encontro.

A partir do ponto em que do que o que era resíduo se transformou em texto, possibilitando a eles produzirem seus significados.

Dos cinco alunos que trabalharam a atividade proposta, Deepweb foi o único que operou mais próximo do conhecimento da composição do quadrado mágico de Dürer. Enquanto que Jesus e baixinha trabalharam com múltiplos para criar os seus quadrados mágicos e assim demonstraram o mesmo conhecimento, testando posições que fizessem sentido, dentro de uma combinação de números, estabelecendo uma interpretação coerente com sua maneira de operar.

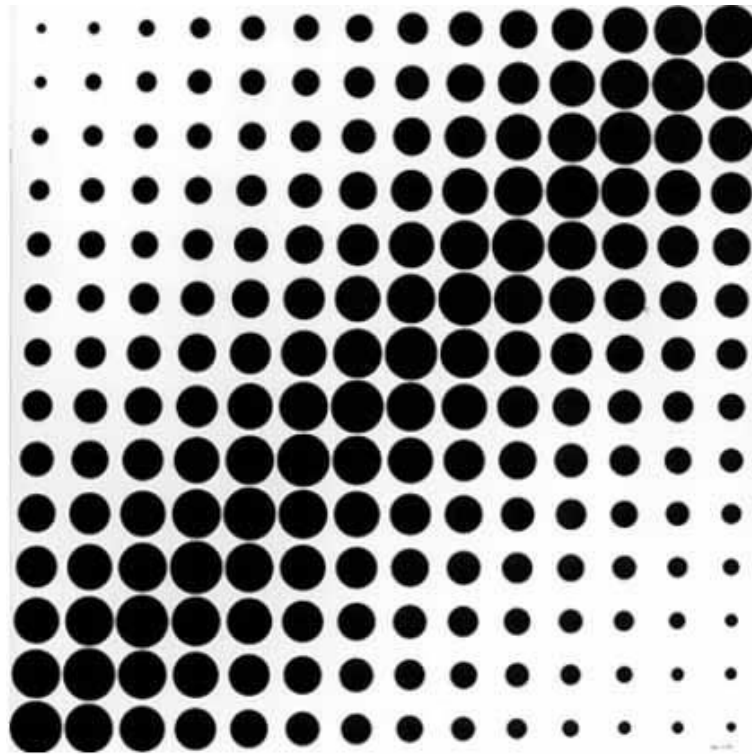
Embora **Naruto** tenha operado da mesma maneira que baixinha operou em relação aos quadrados mágicos de 16 números, ele demonstra não ter conhecimento das operações, ou seja, não conseguiu produzir conhecimento a partir dos números inteiros devido ao conhecimento a respeito dos números inteiros ao qual ele não possuía.

Portanto, olhando para as questões aqui levantadas, chegamos ao seguinte dilema, continuamos tratando nossos alunos como meros depósitos de conteúdo matemático, desconectado do mundo real, ou assumimos uma postura em que a Matemática e a Arte podem contribuir de maneira efetiva para que através de uma abordagem contextualizada e interdisciplinar possa dar sentido à Matemática da sala de aula.

3º Encontro: Realizada em 8/09/14

Objetivo: Apresentar uma atividade em que, através de uma obra de Arte, conteúdos matemáticos, como multiplicação, potenciação e noções de círculo sejam trabalhadas.

Atividade 3: Observe o quadro do pintor Concretista Luiz Sacilotto (1924 – 2003). Que sensação ou sensações você tem ao observá-lo?



Fonte: <http://stoa.usp.br/cienciacultura/forum/82138.html>.

Figura 34: Guache 187, Luiz Sacilotto.

Jesus

CONFUSÃO

Lia T:

Uma sensação, que as linhas ficam maiores e menor ao mesmo tempo, e legal.

Baixinha:

Uma seta

Deepweb:

Uma sensação legal, parece que os balinos vão saltar do Pafel.

Don Juan:

Sensação de 3 dimensões

Naruto:

nenhuma

A respeito da pintura do artista Luiz Sacilotto, que utiliza dos recursos da Op Art que segundo Torrent e Marín (2007), procura proporcionar sensações visuais, ópticas, a partir de linhas pretas e brancas, mas também a partir de cores que se curvam e se interligam, seu objetivo é brincar com a visão humana, por meio do efeito de causar a sensação de movimento e profundidade em uma superfície 2D, muitas vezes, usando padrões de repetição de formas, conforme a figura 34. A partir da pintura da Op Art, os alunos, nossos sujeitos de pesquisa tiveram as seguintes leituras:

Em relação às respostas dos alunos, podemos dizer que somente Naruto lê a imagem e não consegue fazer nenhuma descrição a respeito dela. Para ele, a imagem não consegue transmitir nenhum tipo de informação, desta forma, não houve produção de significado para o resíduo de enunciação.

Baixinha lê a imagem de maneira bem diferente dos demais, pois para ela a imagem que vê se constitui em outra, não estabelecendo nenhum outro tipo de interpretação. Sua produção de significado se conduz na direção da formação de uma nova imagem.

Jesus, Deepweb e Don Juan produzem significados parecidos, o primeiro sujeito da pesquisa, interpreta a imagem que pertence a Op Art, com uma única palavra, “confusão”, é plausível a sua produção de significado, haja visto que a imagem lhe causa um desconforto visual. Já para Deepweb e Don Juan produzem significado a partir da ideia de movimento característico de uma obra da Op Art.

Considerações

Diante das falas dos sujeitos de pesquisa percebemos através das suas produções que quase todos, de uma forma ou de outra, produziram significado a partir do resíduo de enunciação.

A partir do que eles realizaram, vemos o quão importante é trabalharmos esse tipo de atividade, que talvez para alguns, não haja qualquer relação com a Matemática, mas como diz Zaleski Filho (2013)

O desconhecimento dessas ligações possíveis, por grande parte dos professores de Matemática, não tem contribuído para o importante *religare* que deve ser feito com todos os conteúdos escolares para que nossos estudantes possam deixar a visão fragmentada do conhecimento. Outro fator importante é a contextualização do ensino da Geometria em Matemática por meio da Arte. (ZALESKI FILHO, 2013, p.161).

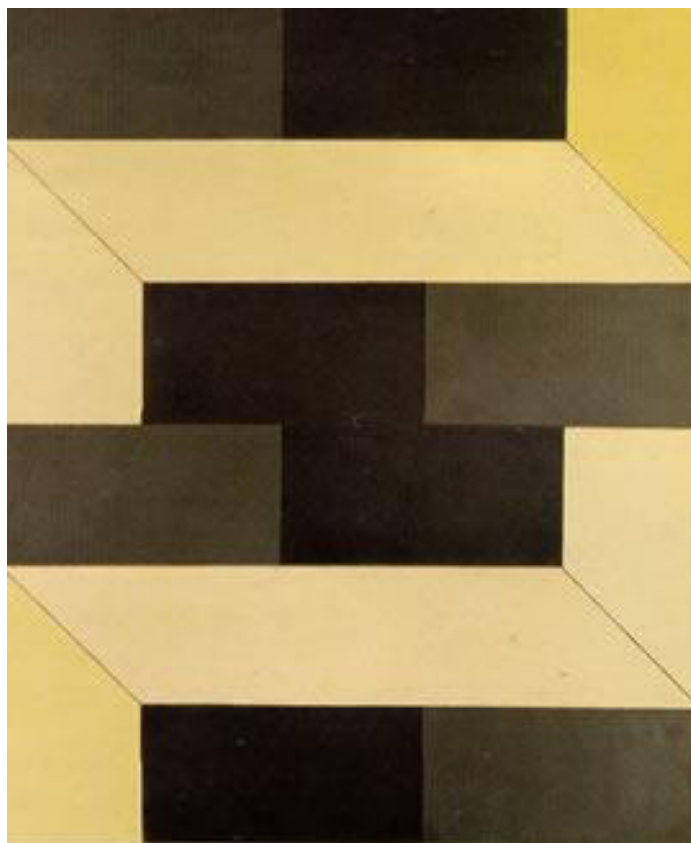
Trabalhar de maneira contextualizada, utilizando a Matemática e a Arte pode beneficiar em muito os nossos estudantes, como afirma o PCN de Matemática

[...] é fundamental que os estudos do espaço e forma sejam explorados a partir de objetos do mundo físico, de obras de arte, pinturas, desenhos, esculturas e artesanato, de modo que permita ao aluno estabelecer conexões entre a Matemática e outras áreas do conhecimento. (BRASIL, 1998, p.58).

4º Encontro: Realizado em 15/09/14

Objetivo: Estabelecer uma relação entre uma pintura Neoconcretista e os conteúdos previamente estudados, envolvendo medidas de ângulo, assim como a sua classificação, fazendo com que os sujeitos da pesquisa vejam a relação entre a Matemática e a Arte, conectando aos assuntos estudados.

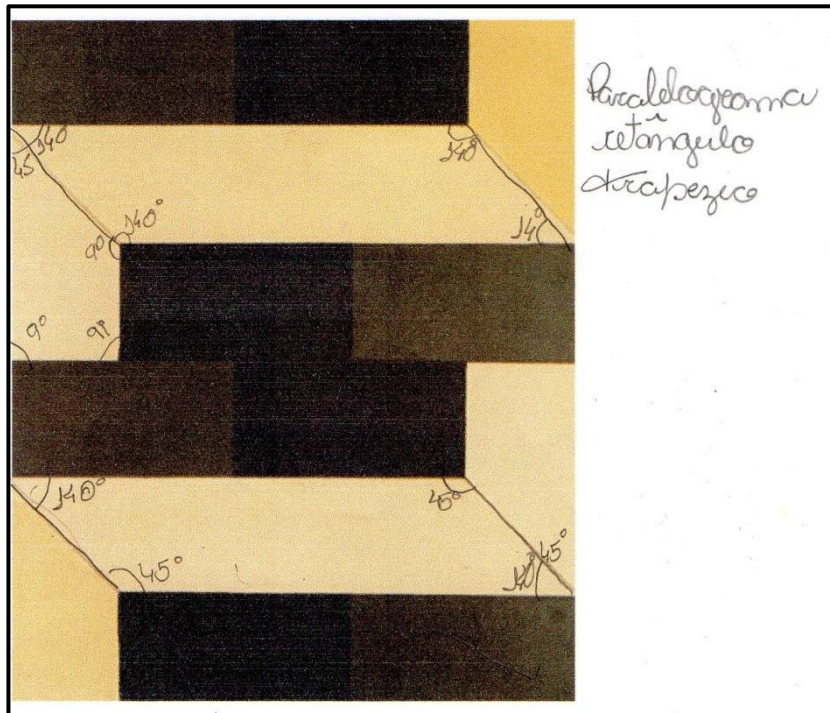
Atividade 4: A obra, *Plano em superfícies moduladas*, da pintora Neoconcretista Lygia Clark, é formado por quadriláteros. Identifique os quadriláteros presente na pintura e usando um transferidor identifique os ângulos de cada um deles?



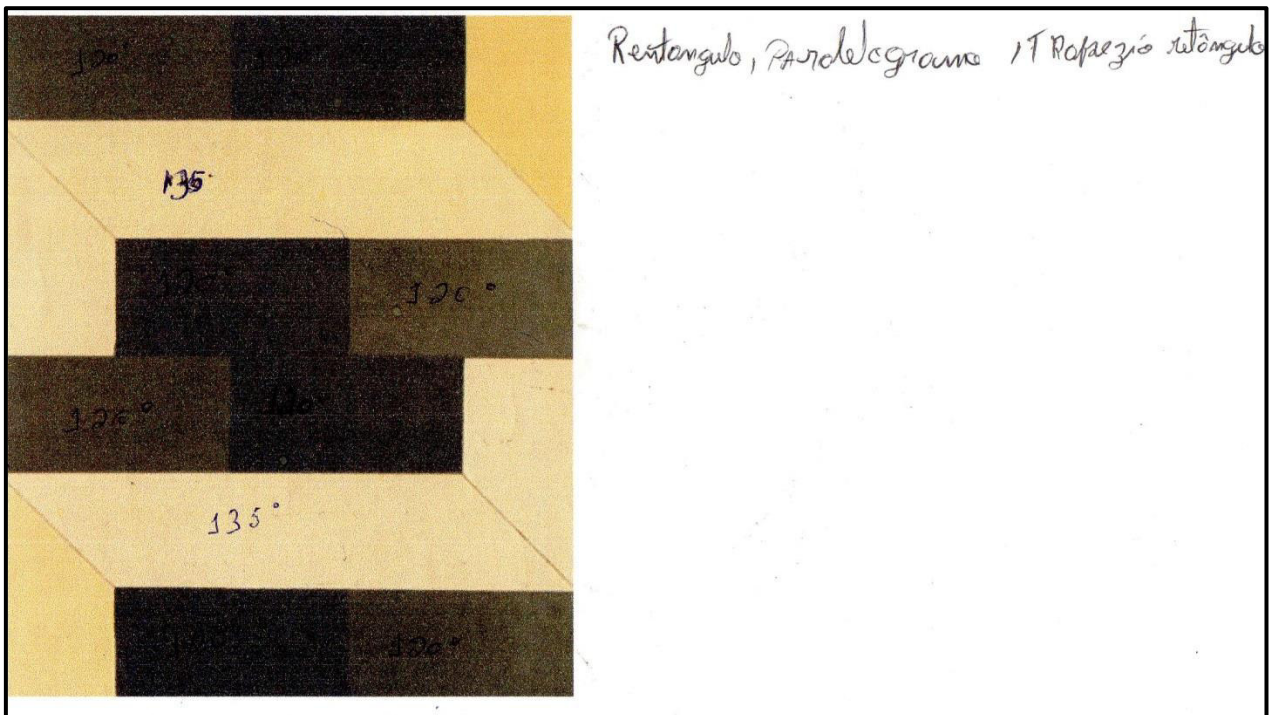
Fonte: <http://www.mac.usp.br/mac/templates/projetos/seculoxx/modulo3/frente/clark/obra.html>. Acesso em 09/11/15.

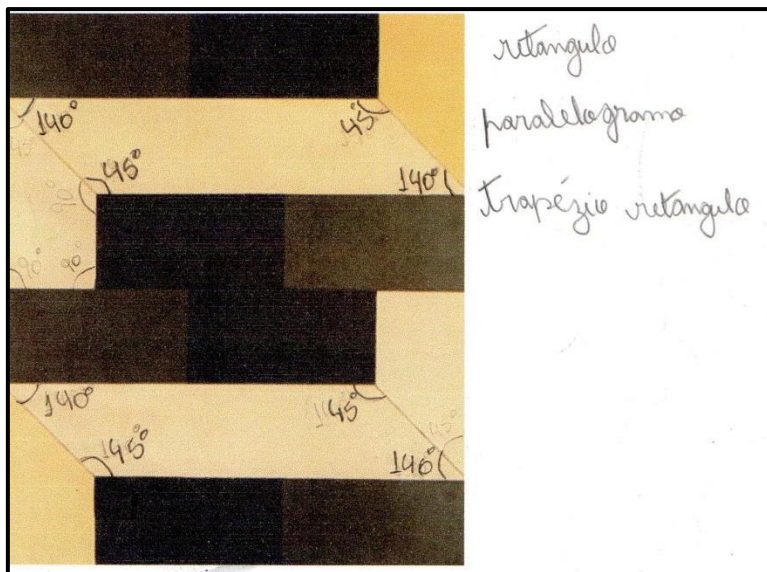
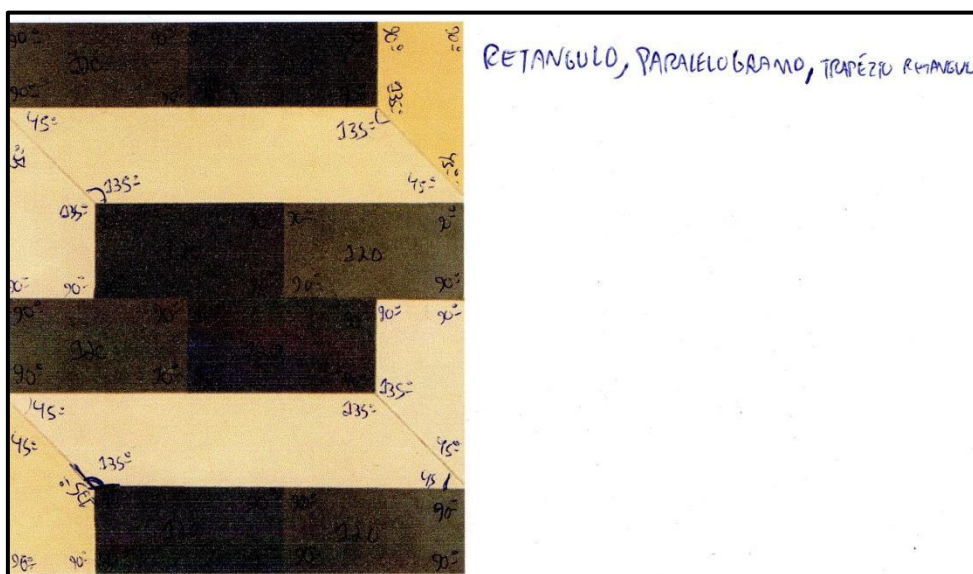
Figura 35: Plano em superfícies moduladas nº 2, Lygia Clark, 1956.

Baixinha:



Deepweb:



Don Juan:**Naruto:**

A Aluna Lia T não participou da pesquisa, pois faltou neste dia.

A primeira parte da atividade consistia em nomear os quadriláteros presentes na composição da obra da artista Lygia Clark, questão essa resolvida pelos sujeitos da pesquisa sem nenhuma dificuldade.

A segunda parte consistiu em, com o uso do transferidor, dar o valor de cada um dos ângulos das figuras contidas na pintura.

A primeira aluna Baixinha apresenta dificuldade em usar o transferidor e em diferenciar ângulos retos, agudos e obtusos. Ela não consegue produzir significado devido a lógica que opera para o resíduo de enunciado. Da mesma forma se encontram os sujeitos da pesquisa Deepweb e Don Juan, que mesmo tendo produzido significado para a primeira parte da atividade encontram dificuldades, assim como Baixinha em dar valor a cada um dos ângulos dos quadriláteros. A lógica com que operam impede todos três de produzir significado, o limite epistemológico se configura como uma dificuldade que os impede de resolver a segunda parte da questão.

Naruto, apesar de apresentar dificuldade em diferenciar, o símbolo de grau para o símbolo utilizado para identificar números ordinais, mesmo com essa confusão, isto não se configurou em um obstáculo epistemológico para ele, sendo o único a produzir significado para o resíduo de anunciação.

Considerações

As dificuldades que os alunos que compõe a nossa pesquisa se revelaram das mais diferentes formas, desde o uso da régua, de como deveriam utilizá-la, começando do 1 ou do zero? Até noções básicas de operações com ângulos. O uso da disciplina Resolução de Problemas Matemáticos (RPM), que nenhuma semelhança possui com a Metodologia de Resolução de Problemas, se mostrou bastante animadora, no sentido de que mesmo encontrando obstáculos epistemológicos ou limites epistemológicos se deixaram abater e em nenhum momento desistiram de fazer as atividades. Isto para o professor representa algo bastante significativo.

5º Encontro: Realizada em 29/09/14

Objetivo: Registrar as impressões que os alunos, sujeitos da pesquisa, tiveram das atividades realizadas durante as aulas de RPM, assim como as suas opiniões a respeito da utilização de obras de Arte nas atividades matemáticas.

Fechando os encontros, registramos a seguir a avaliação realizada por um dos sujeitos da pesquisa, assim como, algumas impressões produzidas por ele durante os quatro encontros que tivemos. As demais avaliações se encontram nos anexos.

Don Juan:

1 -- O que você achou da maneira como a Matemática foi apresentada a você durante as aulas de RPM?

Bom, achei bem interessante pois gostei da matemática como foi apresentada nas aulas de RPM.

2 -- Você acha mais fácil aprender Matemática através de obras de Arte?

Sim, pois as aulas através da arte estimula mais o aluno faz com que ele participe mais.

3 -- Como você avalia o seu desempenho durante as aulas?

Desempenho razoável, mais bem sucedido, acho que o professor conseguiu atingir seu objetivo.

4 -- Como foram as aulas para você durante esse ano. Como você as avalia?

As aulas foram boas, de 0 a 10 eu daria 8, gostei de quase tudo e consegui entender um pouco mais da matemática.

CAPÍTULO 6

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao propormos atividades interdisciplinares para trabalhar com alguns alunos de uma turma da disciplina Resolução de Problemas Matemáticos (RPM), de uma escola pública da cidade de São Gonçalo, região metropolitana do Rio de Janeiro, temos a intenção que nossos alunos passem a ver a Matemática com um olhar diferente daquele que costumam ter em relação à disciplina, que fechada em si mesma, sem dialogar com o mundo real em que vivemos. Segundo Japiassu (1976)

Os professores que tentam fazer pesquisas interdisciplinas, colocando assim em prática uma crítica aos saberes que transmitem, defrontam-se frequentemente com estruturas bem estabelecidas que resistem a esse tipo de empreendimento inovador. (JAPIASSU, 1976, p.85).

Pretendemos ultrapassar o limite que separam as disciplinas e colocá-las em pé de igualdade à medida que avançamos não só com atividades envolvendo a Matemática e a Arte, mas com uma postura crítica em relação aos conteúdos que trabalhamos.

Neste trabalho, a Interdisciplinaridade proposta por Japiassu (1976) se faz presente, propondo que a Matemática e a Arte devam colaborar entre si através de uma abordagem em que seja identificada uma relação de troca cujo objetivo não é somente que o aluno goste e entenda Matemática, mas torna-lo um cidadão crítico e com um olhar diferente para o mundo que o cerca e do qual faz parte. Mesmo existindo forças contrárias que venham dificultar a nossa proposta interdisciplinar, devemos ter claro aquilo que queremos para os nossos alunos, pois devemos cumprir com o nosso papel, que é o de educador matemático, aquele que aponta para alternativas viáveis de Ensino e de Aprendizagem, contribuindo na construção de uma educação menos restritiva e mais aberta ao novo.

Percebemos, durante a pesquisa de campo, que trabalhar Matemática com alunos do 9º ano do Ensino Fundamental, do período vespertino, que são considerados pela escola, como pertencentes a uma “turma ruim”(ipsis litteris) exige do professor uma mudança de paradigma. Primeiro que são alunos já marginalizados e que de tanto ouvirem que são ruins acabam internalizando isso.

Segundo, porque esperam do professor algo além de questionários e continhas no quadro, mas alguém que lhes mostrem um caminho, pelo menos um ao qual possam despejar as suas poucas expectativas em relação a uma vida melhor do que a que tem. Mas a mudança que queremos passa pelas mudanças que precisamos realizar em sala de aula, cujo espaço ainda tem sido muito usado para uma Matemática descontextualizada e distante do aluno, que não possui nenhum sentido.

Assim, diante das atividades que foram desenvolvidas com os seis sujeitos da pesquisa⁵¹, notamos que elas foram extremamente positivas, pois nos possibilitou realizar a leitura da produção de significado dos nossos alunos segundo a proposta no Modelo dos Campos Semânticos. Por exemplo, a atividade 3 que aparentemente sem grandes desdobramentos, mostrou guardar uma série de informações a respeito da interpretação do resíduo de enunciação da atividade por cada um dos participantes da pesquisa, assim como a produção de significado que cada um teve, influenciado por suas crenças e legitimidades, a partir da análise de uma obra de Arte pertencente ao movimento OP Art.

Também nos chamou a atenção a atividade 2, por ser uma atividade cuja obra é um quadro feito em cobre do pintor alemão Albrecht Dürer, chamado Melancolia, que retrata vários elementos que remetem à Matemática, dentre eles o quadrado mágico. Os alunos, tiveram como tarefa reproduzir quatro quadrados mágicos, sendo os dois menores com 9 números e os dois maiores com 16 números. Cinco dos seis alunos apresentaram dificuldades para entender como Dürer havia criado sua sequência numérica arrumando os números de forma que quando somado em qualquer posição sempre dava a mesma soma. Um caso interessante é o apresentado pelo Naruto que consegue operar logicamente com os números naturais, mas quando ele tenta formar um quadrado mágico operando com números inteiros, esses se apresentam como obstáculos epistemológicos.

Julgamos pertinente destacar que muitas das atividades e estudos que fizemos, mas que por várias questões não entraram na pesquisa, fazem parte do nosso produto educacional, que estará disponível a todos aqueles que quiserem promover mudanças em sua prática de sala de aula de Matemática.

⁵¹Mesmo a turma possuindo 21 alunos, apenas 6 desses alunos participaram da pesquisa, pois foram escolhidos por serem os mais frequentes.

Almejamos continuar trabalhando para que nossa pesquisa seja um divisor de águas na sala de aula da escola básica, promovendo mudanças na forma de pensar do professor que se encontra clamando por mudanças reais.

Nossa investigação interdisciplinar referendada pelas palavras de Japiassu (1976) nos revela

[...] o papel específico da atividade interdisciplinar consiste, primordialmente, em lançar uma ponte para religar as fronteiras que haviam sido estabelecidas anteriormente entre as disciplinas com o objetivo preciso de assegurar a cada uma seu caráter propriamente positivo, segundo modos particulares e com resultados específicos. (JAPIASSU, 1976, p.75).

A articulação da Matemática com a Arte que propomos é aquela que vai além da busca pelo ensino de conceitos ou habilidades visuais.

Em nossas atividades investigativas, trabalhadas em sala de aula, vimos o quanto a Arte pode nos oferecer subsídios para que novas formas de aprender, de conceber, de ensinar e de pensar Matemática possam estar disponíveis ao professor em seu trabalho diário com seus alunos. Além disso, percebemos através das atividades trabalhadas em sala de aula, o quanto o uso de tais atividades interdisciplinares foram fundamentais para que um novo pensamento em relação à Matemática surgisse entre os alunos.

A concepção de aprendizagem que adotamos, baseada nas ideias de Tomaz e David (2008) reforça a ideia que todo conhecimento é situado e por isso está absolutamente ligado ao seu contexto de produção, mas, ainda assim é possível inserir aspectos sociais, históricos e culturais à aprendizagem em atividades escolares.

Esta pesquisa trouxe contribuições para o meu⁵² crescimento pessoal e profissional, pois não foi uma tarefa fácil aliar o empenho na pesquisa, estudando em livros e textos das mais diferentes fontes, aperfeiçoar conceitos e teorias que pudessem construir e aprimorar tudo aquilo que eu já fazia, de maneira esporádica em sala de aula, mas sem muito saber conceituar ou definir muitas das atividades interdisciplinares que eu preparava. Contudo, cada momento vivido ao longo dos

⁵² Mais uma vez utilizamos a 1ª pessoa do singular para expressar saberes e experiências pessoais de um dos autores da pesquisa.

mais de 30 meses foram de extrema importância para o meu desenvolvimento pessoal e profissional, como professor e educador matemático.

Finalmente, lembramos que nessa pesquisa, nos propusemos a construir, desenvolver e analisar possíveis contribuições de tarefas envolvendo a Matemática e a Arte, através da pintura, partindo desde o período renascentista até o movimento Neoconcretista, não impedindo que outros movimentos artísticos possam ser utilizados.

Finalmente agora temos meios de responder a questão que norteia a pesquisa que foi: **Como a Matemática e a Arte, através de uma abordagem interdisciplinar, podem favorecer o ensino e a aprendizagem da Matemática no 9º Ano do Ensino Fundamental de uma escola pública da cidade de São Gonçalo, RJ?**

Para esta questão encontramos as seguintes respostas:

- Como meio de favorecer a interdisciplinaridade e mobilizar conhecimentos relacionados a outras áreas;
- Como meio de favorecer a percepção de que o conhecimento matemático é uma prática social vinculada a várias outras;
- Como meio de favorecer a constituição de uma dinâmica em sala de aula, diferente da que já encontramos, possibilitando reflexões e mobilizando conhecimentos, bem como mudança de participação;
- Arte como mote para estudar Matemática;
- Arte para humanizar a Matemática;
- Matemática como forma de leitura da Arte;
- Matemática como suporte técnico à Arte pelo viés da interdisciplinaridade;
- Matemática e Arte como forma de educar e transformar o mundo.

REFERÊNCIAS

- ABATE, Frank. **The Oxford Dictionary and Thesaurus American Edition**. New York, Oxford: Oxford University Press. Inc, 1996.
- ALVES, Maira Leandra. Muito além do olhar: **um enlace da Matemática com a Arte**. 2007. Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Brasil.
- ANGELO, C.L. [et al]. **Modelo dos Campos Semânticos e Educação Matemática: 20 anos de história**. Cap. 1: O Modelo dos Campos Semânticos: estabelecimentos e notas de teorizações – Romulo Campos Lins. São Paulo: Midiograf, 2012.
- ANTONIAZZI, Helena Maria. **Matemática e arte: uma associação possível**. Dissertação (Mestrado em Educação, Ciências e Matemática) – Pontifícia Universidade Católica, Porto Alegre, 2005.
- ARAÚJO, D. C. A. **Ponto, linha e forma: Interdisciplinaridade entre Matemática e Arte**. Dissertação (Mestrado em Educação, Arte e História da Cultura) – Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2008.
- ARGAN, Giulio Carlo. **Arte Moderna: Do Iluminismo aos movimentos contemporâneos**. Tradução: Denise Bottmann e Federico Carotti – São Paulo: Companhia das Letras, 2008.
- ARNHEIM, R. **El pensamiento visual. Buenos Aires: EUDEBA, 1971.**
 _____. **Intuição e intelecto na arte**. São Paulo: Martins Fontes, 1989.
- ARTE&MATEMÁTICA. Disponível em <http://univesptv.cmais.com.br/arte-matematica>
 Acesso em 28 de fevereiro de 2014.
- BARBOSA, A.M. **A imagem no ensino da arte: anos oitenta e novos tempos**. São Paulo: Perspectiva; Porto Alegre: Fundação IOCHPE, 1991.
- BARTH, Glauce Maris Pereira. **Arte e Matemática, subsídios para uma discussão interdisciplinar por meio das obras de M. C. Escher**. Dissertação de Mestrado. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2006.
- BELO HORIZONTE. PREFEITURA MUNICIPAL. Escola Plural: rede Municipal de Educação de Belo Horizonte. Belo Horizonte: PBH, out.1994. (Documento 1).
- BERRO, Roberto Tadeu. **Relações entre Arte e Matemática: Um estudo da obra de Maurits Cornelis Escher**. 2008. Dissertação (Mestrado) – Universidade São Francisco. Brasil.
- BERUBE, Margery S. **The American Heritage Dictionary of the English Language**. Boston and New York: Houghton Mifflin Company, 2004. Disponível em <http://www.bartleby.com/61/> Acesso em 18 de Dezembro de 2014.
- BOGDAN, Roberto C.; BIKLEN, Sari Knopp., **Investigação qualitativa em educação**; tradução de Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos, Telmo Mourinho Baptista. Editora: Porto editora. – Porto – Portugal, 1994.
- BOYER, Carl Benjamin. **História da matemática**. Tradução Elza F. Gomide. São Paulo. Edgard Blücher, 1974.

- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Arte**. Brasília, 1998a.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática**. Brasília, 1998b.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática**. Brasília, 1998c.
- BRASIL. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais/ Ensino Médio**. Parte III – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília, 2000.
- BRITO, Ronaldo. **Neoconcretismo: vértice e ruptura do projeto construtivo brasileiro**. 2 ed. São Paulo: Cosac & Naify, 1999. 110p. il., p.b. color. (Espaço de arte brasileira)
- BRONOWSKY, J. **Arte e Conhecimento: Ver, Imaginar, Criar**. Lisboa: Edições 70, 1983.
- CAJORI, Florian. **Uma História da matemática**. Tradução de Lázaro Coutinho. Rio de Janeiro: Ciência, 2007.
- CHAVES, Rodolfo; RODRIGUEZ, Caio Lopes. Produções de significados matemáticos em obras de Leonardo Da Vinci. **Revista Eletrônica Debates em Educação científica e Tecnológica**, v.04, n.02, p.128-167, dez. 2014, ISSN: 2236-2150.
- CHAVES, Rodolfo. Por que anarquizar o ensino de matemática intervindo em questões socioambientais? 223p. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – **Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro** – São Paulo. 2004.
- CIFUENTES, José Carlos. **A Linguagem Visual da Matemática**. Anais da XI Conferência Interamericana de Educação Matemática, Blumenau, 2003 (CD-ROOM).
- COMAR, P. **La perspective em jeu**. Les dessous de l'image. Découvertes Gallimard-Sciences. Paris: Gallimard, 1992.
- CONTADOR, Paulo Roberto Martins. **A Matemática na arte e na vida**. 2. ed. rev. São Paulo: Livraria da Física, 2011.
- COSTA, C. O. A. **A perspectiva no olhar: Ciência e Arte no Renascimento**. Dissertação (Mestrado Profissional e Ensino de Matemática) – Pontifícia Universidade Católica, São Paulo, 2004.
- D'AMBROSIO, U. **Educação matemática: da teoria à prática**. 13ª ed. Campinas, SP: Papirus, 1998.
- D'AMORE, Bruno. **Matemática, estupefação e poesia**. Tradução Maria Cristina Bonomi. São Paulo: Livraria da Física, 2012.
- DESLANDES, Suely Ferreira. **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 21. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 1994.
- ELAM, Kimberly. **Geometria do design: estudos sobre proporção e composição**. Trad. Claudio Marcondes. São Paulo: Cosac Naify, 2010.

<http://enciclopedia.itaucultural.org.br/instituicao372976/hochschule-fur-gestaltung-uhl-alemanha>

ENCICLOPÉDIA Barsa. Rio de Janeiro: Encyclopaedia Britanica, c1998.14v.

FAINGUELERNT, Estela K.; NUNES, Katia Regina A. **Fazendo arte com matemática**. Porto Alegre: Artmed, 2006.

_____.; NUNES, Katia Regina A. **Tecendo matemática com arte**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FLORES, Cláudia Regina. **Olhar, Saber e Representar**: ensaios sobre a representação em perspectiva. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

FRANCO, Maria Sylvia de Carvalho. **As idéias estão no lugar**. In: Cadernos Debate, nº 1, 1976, pp. 61 – 64.

GARDNER, H. **Inteligências múltiplas**: a teoria na prática. Trad. Maria Adriana V. Veronese. Porto Alegre: Artmed, 2000.

GOMBRICH, E.H. **A história da arte**. tradução: Cristiana de Assis Serra – Rio de Janeiro: LTC, 2013.

GRESSLER, M. D. **Construindo uma Percepção Complexa da Realidade a partir dos Estudos de Fractais**. Dissertação (Mestrado em Ciências e Educação, Ciências e Matemática) – Pontifícia Universidade Católica, Porto Alegre, 2008.

GUSMÃO, L. D. **Educação Matemática pela Arte**: uma defesa da educação da sensibilidade no campo da Matemática. Dissertação (Mestrado em Educação, Ciências e Matemática) – Univesidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

HILDEBRAND, Hermes Renato. **UNATEMAR**: Uma arte de raciocinar. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Múltiplos do Instituto de Artes, UNICAMP, Campinas – São Paulo. 1994.

HOBSBAWN, Eric J. **A era dos extremos**: o breve século xx 1914 – 1991. São Paulo: Companhia das Letras, 2008.

IMENES & LELLIS, **Matemática. 5ª a 8ª**. São Paulo: Scipione, 1999.

INSTITUTO SERGIO FADEL. **Geometria da transformação**: arte construtiva brasileira na coleção Fadel. Brasília, DF: Ministério da Cultura, 2012.165 p.

JANSON, H.W. JANSON, Anthony F. **Iniciação à história da arte**. Trad. Jefferson Luiz Camargo. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1996.

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

_____. **O sonho transdisciplinar e as razões da filosofia**. Rio de Janeiro: Imago, 2006.

JOLY, Larissa Fiedler. **Matemática e Artes**: um estudo de sequências e progressões como modelo para a construção teórica da estética da matemática. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Educação, Paraná: Universidade Federal do Paraná, 2002.

KALEFF, Ana Maria M. R. **Vendo e entendendo poliedros**: do desenho ao cálculo do volume através de quebra-cabeças e outros materiais concretos. Niterói: EdUFF, 1998.

KLING, Morris. **Mathematics for the Nonmathematician**. New York: Dove publications, inc., 1985.

KODAMA, Yumi. **O estudo da perspectiva cavalheira**: uma experiência no ensino médio. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica, São Paulo, 2006.

LEDUR, Berenice. **Arte no ensino da geometria**: repercussões na aprendizagem. Dissertação (Mestrado em Educação, Ciências e Matemática) – Pontifícia Universidade Católica, Porto Alegre, 2004.

LIMA, Paulo Gomes. **A formação do educador reflexivo**: um olhar sobre a construção de sua prática pedagógica. Revista da Escola Adventista. Engenheiro Coelho/SP: v.06, n.04, p.18 – 21, 2007.

LINS, R. C. **Por que discutir teoria do conhecimento é relevante para a Educação Matemática**. In: Bicudo, M. A. V. (org.). **Pesquisa em Educação Matemática: concepções e perspectivas**. São Paulo: Editora da UNESP, 1999. p.75-94.

_____. **Matemática, monstros, significados e educação matemática**. In M.A.V. Bicudo (Ed.). **Pesquisa em Educação Matemática: concepções e perspectivas**. São Paulo, Brasil: EDUNESP, 2004.

_____. A diferença como oportunidade para aprender. In: Peres, E. et al. (orgs). **Processos de ensinar e aprender**: sujeitos, currículos e cultura: livro 3. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2008, p.530-550, 2008.

_____. O modelo dos campos semânticos: estabelecimentos e notas de teorizações. In: ANGELO, Claudia Laus. (Org). **Modelo dos Campos Semânticos e Educação Matemática: 20 anos de história**. São Paulo: Midiograf, 2012, p. 11- 30.

_____. e GIMENEZ, J. **Perspectivas em aritmética e Álgebra para o século XXI**. Campinas: Papirus, 1997. (Coleção Perspectivas em Educação Matemática).

LYRA, Wilton L. D., **Intercomunicação entre matemática-ciência-arte: um estudo sobre as implicações das geometrias na produção artística desde o gótico até o surrealismo**. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo, 2008.

LOPERA, José Alvarez. ANDRADE, José Manuel Pita. **História Geral da Arte**. Madrid: Ediciones Del Prado, 1995.

LORENZATO, Sérgio. Por que não estudar geometria? **Educação matemática em Revista – Geometria SBEM** – ano III – 1.º sem. 1995 (p. 03 – 13).

MADRUGA, Z. E. F. **A criação de alegorias de carnaval**: das relações entre modelagem matemática, etnomatemática e cognição. Dissertação (Mestrado em Educação, Ciências e Matemática) – Pontifícia Universidade Católica, Porto Alegre, 2012.

MARCONDES, C.A.S., GENTIL, N. GRECO, S.E. **Matemática**. São Paulo: Ática, 2000.

MARIE, Rose. HAGEN, Rainer. **Los secretos de las obras de arte**. Tomo 1. Hohenzollernring: Taschen, 2005.

- MENEGUZZI, Thatieli. **Os Perspectógrafos de Dürer na Educação Matemática: História, Geometria e Visualização**. Dissertação de Mestrado. Santa Catarina: Universidade Federal de Santa Catarina, 2009.
- MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais. Matemática. Proposta curricular. Educação Básica, 2005.
- MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA. SECRETARIA DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA. TV Escola – DVD escola. **Matemática: Arte e Matemática – Parte 1**. Brasília: SEED/MEC, 2005.
- MONDRIAN, Piet. Arte Plastico y arte plástico puro. Trad. Raul R. Rivarola y Aníbal C. Goñi. Buenos Aires: Editorial Vitor Leru, 1957.
- MOREIRA, Plínio Cavalcante, DAVID, Maria Manuela M.S.. **A formação matemática do professor: licenciatura e prática docente escolar**. Coleção Tendências em Educação Matemática, Belo Horizonte: Autêntica, 2010.
- NUNES, Benedito. **Introdução à Filosofia da Arte**: São Paulo: Ática, 2006.
- NUNES, Kátia Regina Ashton. **Um olhar matemático no mundo das artes – A arte do século XX como veículo de aprendizagem em geometria**. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática. Rio de Janeiro: Universidade Santa Úrsula, 2002.
- OLIVEIRA, Ana Maria Rocha. **A contribuição da prática reflexiva para uma docência com profissionalidade**. Boletim Técnico do SENAC. Rio de Janeiro, v. 33, n.1, p. 43 – 61 jan./abr. 2007.
- OSTROWER, Fayga. **Universos da Arte**. 9.^a ed. Rio de Janeiro: Campos, 1991.
_____. **Criatividade e processo de criação**. 10.^a ed. Petrópolis: Vozes, 1994.
- PAIVA, Heloisa Borges. **O Infinito na matemática e suas manifestações na arte de M.C.Escher**. Dissertação (Mestrado). CEFET. Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 1999.
- PANOFSKY, Erwin. **The Life and Art of Albrecht Dürer**. New Jersey: Princeton University press, 1971.
- PICKOVER, Clifford A. **O livro da Matemática: de Pitágoras à 57ª dimensão, 250 marcos da história da matemática**. 1.^a ed. Lisboa: Librero b.v., 2011.
- READ, Herbert Edward, Sir. **A Educação pela arte**. Trad. Valter Lellis Siqueira. 2. ed. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2013.
- RIZOLLI, Marcos. **Artista cultura linguagem**. Campinas: Akademika, 2005.
- RODRIGUES, Caio Lopes. Padrões matemáticos em obras de Leonardo Da Vinci. 97p. Monografia (Trabalho de Conclusão de curso). **Licenciatura em Matemática. Instituto Federal do Espírito Santo – Vitória**, 2015.
- RODRIGUES, Georges Cherry. **Introdução ao estudo de geometria espacial pelos caminhos da arte e por meio de recursos computacionais**. 2011. Dissertação (Mestrado) – Universidade Regional de Blumenau. Brasil.
- SABBA, C. G. **Reencantando a Matemática por meio da Arte: o olhar humanístico-matemático de Leonardo da Vinci**. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

- SABOIA, L. M. M. **Uma poética interdisciplinar: Arte, Matemática, Simetria e Linguagem de Programação Postscript Fundamentos e Instrumentos**. Tese (Doutorado em Multimeios) – Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2001.
- SANTOS, Beatriz Petrella de. SANTOS, Suellen Assunção (Organizadoras). **Educação Matemática Prática, Teoria, reflexão, Questões para pensar**. Editora CRV. VIANNA, Patrícia Beatriz de Macedo.
- SANTOS, Marli Regina. **Pavimentação do plano**: Um estudo com professores de Matemática e Arte. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2006.
- SEGURA, C. S. C. Releitura de obras de Arte pelo viés da Geometria Analítica: uma proposta interdisciplinar para o Ensino da Matemática. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Paraná, 2013.
- SERENATO, Liliana Junkes. **Aproximações interdisciplinares entre matemática e arte**: resgatando o lado humano da matemática. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2008.
- SILVA, Alessandra Pereira da. **Matemática e Arte**: análise de uma proposta de ensino envolvendo a pintura renascentista e a Geometria em uma classe do 9º ano do Ensino Fundamental em Belo Horizonte. Dissertação de Mestrado. Minas Gerais: Universidade Federal de Ouro Preto, 2013.
- SILVA, Amarildo Melchiades da. Sobre a dinâmica da produção de significados para a matemática. Rio Claro, 2003. 147p. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – **Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, Instituto de Geociências e Ciências Exatas de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista**.
- SOUZA, Marcelo Rodrigues de. **Uma sequência de Ensino para o estudo da Perspectiva Cônica**. Dissertação de Mestrado. São Paulo: Universidade Bandeirante de São Paulo, 2010.
- STORI, Norberto (Organizador). **O despertar da Sensibilidade na Educação**. São Paulo: Instituto Presbiteriano Mackenzie: Cultura Acadêmica Editora, 2003.
- TATON, R. **História Geral das Ciências**. 1. ed., São Paulo: Difusão européia do livro, 1960.
- TEIXEIRA, Manoel L. C. **Ateliê de Matemática**: Transdisciplinaridade e Educação Matemática. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica, São Paulo, 2007.
- TOMAZ, Vanessa Sena; DAVID, Maria Manuela M.S. **Interdisciplinaridade e aprendizagem da Matemática em sala de aula**. Coleção Tendências em Educação Matemática, Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2008.
- TORRENT, R.; MARÍN, J. M. **Historia del diseño industrial**. Madrid: Ediciones Cátedra, 2007.
- VIANNA, Patrícia Beatriz de Macedo. **Interloquções Teórico-Práticas entre Didática e Tendências Pedagógicas**. Complexo de Ensino Superior de Cachoeirinha. V Mostra Científica do Cesuca, 2011.

WAGNER, D. R. **Arte, técnica do olhar e educação matemática**: o caso da perspectiva central na pintura clássica. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

www.videocultura.com. Arte & Matemática. v.1. Direção: ZEIGLER, Sérgio. Roteiro: SADECK, José Roberto. Produção: TV Cultura-SP. Vídeo (90min) son., color.,DVD, v.0. português.

www.videocultura.com. Arte & Matemática. v.1. Direção: ZEIGLER, Sérgio. Roteiro: SADECK, José Roberto. Produção: TV Cultura-SP. Vídeo (90min) son., color.,DVD, v.2. português.

www.videocultura.com. Arte & Matemática. v.1. Direção: ZEIGLER, Sérgio. Roteiro: SADECK, José Roberto. Produção: TV Cultura-SP. Vídeo (90min) son., color.,DVD, v.3. português.

www.videocultura.com. Arte & Matemática. v.1. Direção: ZEIGLER, Sérgio. Roteiro: SADECK, José Roberto. Produção: TV Cultura-SP. Vídeo (120min) son., color.,DVD, v.4. português.

ZAGO, Hellen da Silva., Ensino, Geometria e Arte: **Um olhar Para As Obras De Rodrigo De Haro**. 2010. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina. Brasil.

ZALESKI FILHO, Dirceu. **Arte e Matemática em Mondrian**. 2009. Dissertação (Mestrado) – Universidade Presbiteriana Mackenzie. Brasil.

_____. **Matemática e Arte**. Belo Horizonte: Autêntica, 2013. (Coleção Tendências em Educação Matemática).

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, _____ pai (mãe) ou responsável legal do (a) estudante (a) _____, fui informado(a) que meu(minha) filho(a) foi convidado(a) pelo Prof.º Rosiney de Jesus Ferreira, aluno do Mestrado Profissional em Educação Matemática da Universidade Federal de Juiz de Fora, a participar de sua pesquisa. Sei que tal pesquisa conta com o apoio da direção dessa escola. Estou ciente de que este projeto envolve o desenvolvimento de uma proposta de Ensino de Matemática e Arte que auxilie os alunos na Aprendizagem dos conteúdos de Matemática. Sei ainda que participarão dessa pesquisa alunos do 9º ano do Ensino Fundamental, que desejem participar e contem com a autorização dos pais ou responsável. Fui informado (a) de que as atividades acontecerão na própria escola, no 2º semestre de 2014, durante cerca de dois meses, uma vez por semana no horário regular das aulas de Resolução de Problemas Matemáticos, e que não envolverá qualquer custo para a família e nem para a escola, uma vez que o pesquisador providenciará todos os meios necessários. Sei que meu filho (a) não será prejudicado, pois as atividades acontecerão nas aulas regulares de RPM, contemplando conteúdos aos quais o estudante apresenta dificuldades em aprender e que poderemos desistir de participar do projeto a qualquer momento. Finalmente, estou ciente de que nenhum estudante, pai, professor ou escola, terá seu nome real mencionado em qualquer registro produzido. Além disso, terei acesso aos resultados do estudo por meio de uma reunião na escola, tão logo os mesmos estejam disponíveis e poderei acessar a pesquisa completa na página do Mestrado.

Caso eu deseje, por qualquer motivo que seja esclarecer algum aspecto ético do projeto e/ou das atividades desenvolvidas no mesmo, sei que poderei entrar em contato com os pesquisadores, via e-mail que consta na página do programa de Mestrado Profissional em Educação Matemática da Universidade Federal de Juiz de Fora. Sinto-me esclarecido (a) acerca da proposta, concordo com a participação de meu (minha) filho (a) na pesquisa.

Assinatura do Pai ou Responsável

nº da Identidade

São Gonçalo, _____ de agosto de 2014.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, _____, estudante do 9º ano do Ensino Fundamental, fui convidado (a) pelo Prof.º Rosiney de Jesus Ferreira, para participar de um projeto e sei que o mesmo conta com o apoio da direção dessa escola. Estou ciente que este projeto envolve o desenvolvimento de uma proposta de Ensino que relaciona a Matemática e a Arte. Sei ainda que participarão dessa pesquisa alunos do 9º ano do Ensino Fundamental indicados pelo professor, e que desejam participar com a autorização dos pais ou responsável e que esses alunos participarão de modo ativo no projeto auxiliando na elaboração e análise das atividades propostas de modo a melhorá-las. Dessa forma, meu papel será o de colaborador na construção da proposta e poderei contribuir para o Ensino e Aprendizagem de outros estudantes. Fui informado (a) de que as atividades acontecerão na própria escola, no 2º semestre de 2014, durante cerca de dois meses, uma vez por semana no horário regular das aulas de RPM, e que não envolverá qualquer custo para minha família e nem para a escola, uma vez que o pesquisador providenciará todos os meios necessários. Sei que não serei prejudicado, pois a pesquisa será feita durante as aulas normais e que a qualquer momento posso desistir de participar do projeto. Finalmente, estou ciente de que as atividades que eu produzir durante a pesquisa serão retidas pelo pesquisador e que meu nome e de nenhum outro estudante, pai, professor ou escola, será mencionado em qualquer registro produzido. Além disso, terei acesso aos resultados do estudo por meio de uma reunião na escola, tão logo os mesmos estejam disponíveis e poderei acessar a pesquisa completa na página do Mestrado (<http://www.ufjf.br/mestradoedumat/>). Caso eu deseje, por qualquer motivo, esclarecer algum aspecto ético do projeto e/ou das atividades desenvolvidas no mesmo, sei que poderei entrar em contato com os pesquisadores, através da página na internet do programa. Também sei que posso desistir de participar do projeto a qualquer momento. Sinto-me esclarecido (a) acerca da proposta, quero participar do projeto e aceito que o Prof.º Rosiney de Jesus Ferreira, tendo o meu responsável legal autorizado a minha participação, use as atividades produzidas por mim.

Assinatura do aluno(a)

São Gonçalo, ____ de agosto de 2015.

ATIVIDADE 1

Na gravura abaixo chamada MELANCOLIA, do pintor alemão Albrecht Dürer, no canto superior da gravura há um curioso quadrado chamado quadrado mágico, cuja soma dos números em vertical, horizontal e diagonal dão sempre o mesmo valor e do lado esquerdo há um sólido geométrico chamado sólido de Dürer e uma esfera. Com esses dados responda às questões abaixo:



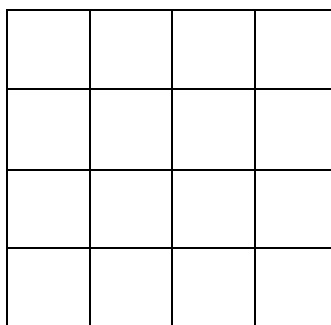
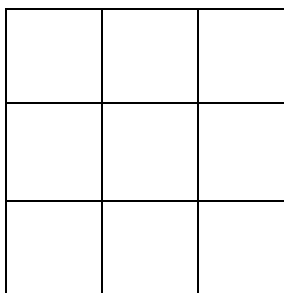
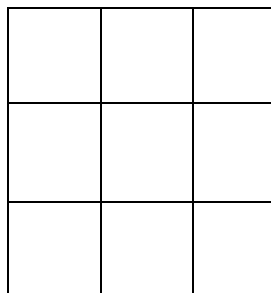
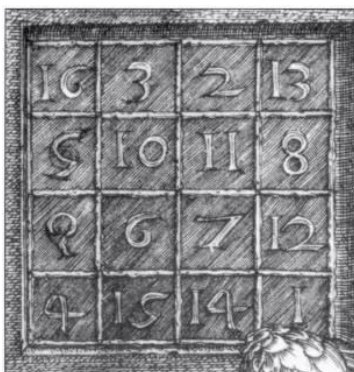
Fonte: RUSSEL, 1967, p.115.
DÜRER, Albrecht. Melancholia I, 1514.

a. Acima você tem a reprodução do quadrado mágico contido na gravura, ache o seu valor.

b. Qual é a ordem desse quadrado mágico?

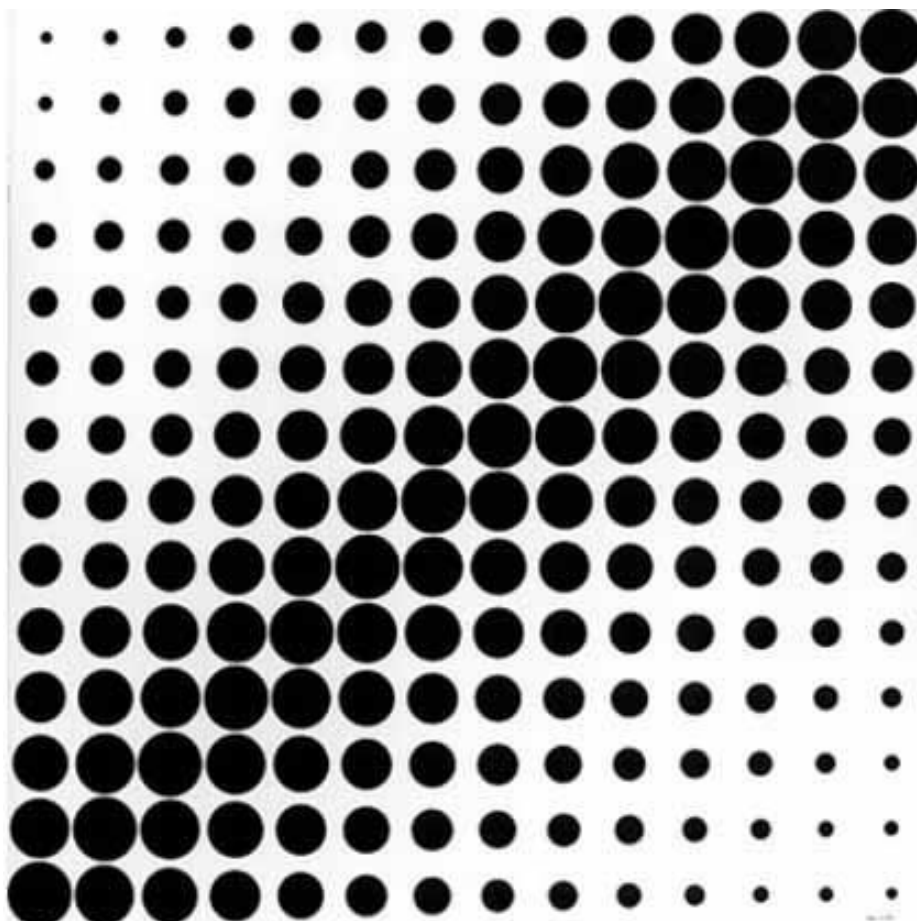
c. Qual é a soma dos elementos contidos em cada linha, coluna e diagonal?

d. Tente criar quadrados mágicos como o criado por Dürer.



ATIVIDADE 2

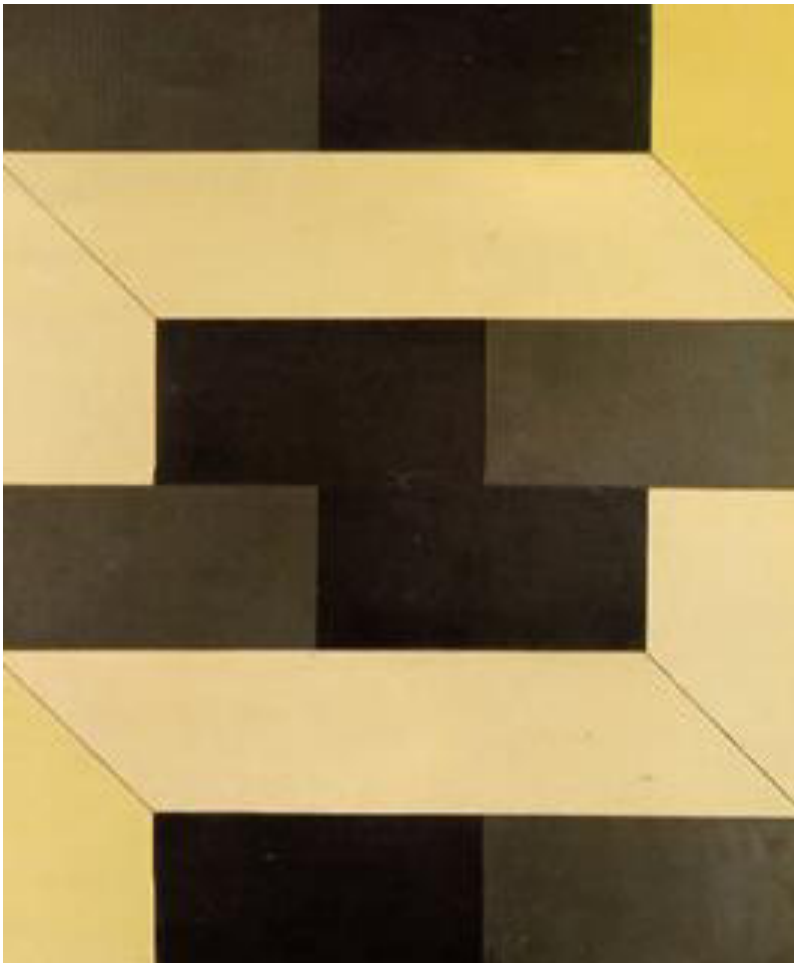
No Brasil, um dos principais artistas da Op Art foi o escultor, pintor e desenhista **Luiz Sacilotto (1924 – 2003)**, ao criar pinturas que exploravam fenômenos ópticos, em um jogo ambíguo com as formas.



Observe bem o quadro do pintor Luiz Sacilotto. Que sensação você tem ao observá-lo? Descreva-a.

ATIVIDADE 3

A obra, *Plano em superfícies moduladas nº 2*, da pintora Neoconcretista Lygia Clark, é formada por quadriláteros. Identifique os quadriláteros presentes na pintura e usando um transferidor identifique os ângulos de cada um deles.



Fonte: <https://comunicacaoeartes20122.wordpress.com/2013/01/24/neoconcretismo/Superfície modulada nº 2 – Lygia Clark>

Questionário

1 – O que você achou da maneira como a Matemática foi a apresentada a você durante as aulas de RPM?

2 – Você acha mais fácil aprender Matemática através de obras de Arte?

3 – Como você avalia o seu desempenho durante as aulas?

4 – Como foram as aulas para você durante esse ano? Como você avalia?