MAIRA LEANDRA ALVES

MUITO ALÉM DO OLHAR:
UM ENLACE DA MATEMÁTICA COM A ARTE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Educação em Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Vicente Hillebrand

Porto Alegre
2007

MAIRA LEANDRA ALVES

MUITO ALÉM DO OLHAR: UM ENLACE DA MATEMÁTICA COM A ARTE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Educação em Ciências e Matemática.

Aprovada em 23 de julho de 2007, pela Banca Examinadora.

BANCA EXAMINADORA:

Dr. Vicente Hillebrand (PUCRS)

Dra. Elisabete Zardo Búrigo (UFRGS)

Dr. Marcus Vinícius Basso (UFRGS)

Dedico este trabalho a todos que já foram e aos que virão a ser meus alunos.

E aos meus pais Nilvani e Dilson.

Meus agradecimentos:

ao Prof. Vicente Hillebrand pela valiosa orientação e compreensão em todas as etapas deste trabalho;

ao meus pais pela amizade nos momentos difíceis;

à Ana Lérida pelo inestimável incentivo;

à direção da escola pela indispensável cedência do espaço para a realização desta pesquisa;

aos alunos, em especial, José, Mário, Karen, Ezequiel, Samuel, Wagner, Roberto e Fernanda que trabalharam, incansavelmente, para o sucesso deste trabalho.

Nosso medo mais profundo não é o de não sermos bons o suficiente. O nosso medo mais profundo é o de sermos poderosos além das medidas. É a nossa luz, e não a nossa escuridão, o que mais tememos. Por isso nos perguntamos: Quem somos para nos considerarmos brilhantes, maravilhosos, talentosos, fabulosos? [...] Estamos todos aqui para irradiar como fazem as crianças e na medida em que deixamos a nossa luz brilhar, inconscientemente damos aos outros permissão para que brilhem também. À medida que nos liberamos do nosso próprio medo, a nossa presença, automaticamente libera outros para que façam o mesmo.

Nelson Mandela

Resumo

Esta pesquisa consiste em verificar, 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-se reestruturar conceitos matemáticos existentes nas obras, ressaltando a importância da apreensão do vocabulário e da compreensão de seus significados de forma aprazível e pouco formal. É importante observar 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, delineou-se uma abordagem pedagógica na qual os alunos de uma turma de quinta e uma de sexta séries de uma escola rural municipal na região metropolitana de Porto Alegre construíram seus próprios conceitos matemáticos a partir das obras de artistas abstratos geométricos. Houve aqueles alunos que se sentiram pouco a vontade diante da necessidade da pesquisa para a 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. Entretanto, 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.

ABSTRACT

This research project consists in verifying, through the reading of images, how the mathematical attributes that some artists use in their creative process contribute to the learning of Mathematics. In order to do that, an attempt was made to restructure mathematical concepts present in the images, highlighting the importance of the acquisition of vocabulary and the understanding of its meanings in an enjoyable and informal manner. It is important to observe that in various periods in History, several situations were verified which support the interlinking of Visual Arts in Mathematics lessons. Hence, in face of the many concerns related to the teaching and learning of Mathematics, and also Art, a pedagogical approach was designed, in which students of a fifth- and a sixth-grade class in a rural school of the municipality of Porto Alegre built their own mathematical concepts based on the works of geometric abstract artists. Some students felt ill at ease when faced with the need of the research project in terms of the understanding of concepts. That was the major cause of dissatisfaction among students, whose primary interest was in performing elementary operations, which was done, but was not the main focus. However, many of the children were very excited with their countless conceptual discoveries, leading to personal satisfaction and effective and less traumatic learning, which was verified in their artistic-geometric compositions.

Lista de Imagens

Sumário

1 Um Olhar Navegante

Paul Karlson diz que o estereótipo do matemático é o de uma pessoa que usa óculos, é fleumática e alheia às emoções da vida, cujos interesses ficam em torno de logaritmos e integrais, elipses e hipérboles, frações e raízes. Premissa essa parcialmente verdadeira. Mas quando é capaz de retirar os óculos e desembaçar os olhos, depara-se com o céu e a terra e, também, com a consciência do infinito, com formas geométricas de perfeições infindas, com cristais de rocha de simetrias inigualáveis, e com ondas majestosas no oceano, que pulsam como num balé, mas que também evocam a visão das mais belas funções periódicas[1].

Percebe-se que toda essa mescla de exatidão e sensações faz parte do nosso dia-a-dia; que as equações, frações, funções e outros conceitos da Matemática foram construídos graças a observações de olhos e sentidos atentos à natureza, e que esses inúmeros conceitos dançam em forma de grandiosas imagens na frente de nossos olhos. Quando se liberta as formas geométricas dos cristais de minério, as funções periódicas das ondas do mar, o número áureo da concepção de beleza e harmonia, inicia-se o processo de percepção matemática. Tudo começa a ser visto numa forma numérica, geométrica ou algébrica: começa-se a abstrair.

E foi por discordar da frieza atribuída aos profissionais da área de Matemática que me inseri no mundo das Artes, mais especificamente no universo da fotografia.

Sabendo que diversos artistas usam conceitos matemáticos para produzirem suas obras, procurei a fotografia para fazer o caminho inverso, ou seja, dar destaque a conceitos matemáticos a partir da fotografia. E para que não houvesse prejuízo dessas informações, fiz o curso de pós-graduação em Poéticas Visuais com ênfase em Fotografia, viabilizando novas possibilidades de trabalho envolvendo Arte e Matemática. Mas como precisei montar um laboratório fotográfico em cada escola em que leciono, sem ajuda financeira de nenhuma delas, o trabalho tornou-se dispendioso e o aumento dos gastos acabou por impossibilitar sua continuidade. Resolvi, então, aprofundar meus conhecimentos nas Artes para fazer um enlace com a Matemática, possibilitando o estudo de muitos outros conceitos envolvidos em ambas as disciplinas.

Não tenho a pretensão de extirpar o rigor matemático das minhas salas de aula, mas levá-lo a conviver com outros contextos. Além disso, estou consciente do fracasso da escola na tarefa de levar a Matemática aos estudantes, que em sua maioria não conseguem transpor as dificuldades impostas por seu rigor.

[1] KARLSON, Paul. *A Magia dos Números*. Porto Alegre: Globo, 1961, p. 5.

No conto *A Casa de Astérion*[a], Jorge Luis Borges descreve Asterion como um ser ingênuo e solitário, que conhecia apenas o labirinto em que vivia. Dia após dia esperava pacientemente por alguém que o libertasse daquela solidão. Vejo meus alunos como Asterion, parecendo ingênuos e solitários, perdidos no labirinto do rigor, esperando pacientemente que alguém lhes mostre a ponta do fio da compreensão, libertando-os da austeridade desses conceitos. Apresentar a Matemática formal como parte de um contexto pode ser uma forma de soltar, lentamente, as amarras do seu rigor. Deste modo, pode-se buscar uma interação gradativa entre os estudantes e os conceitos matemáticos, transformando a solidão coletiva em cumplicidade.

Acredito que este possa ser o começo de um novo momento do trabalho do professor em sala de aula, reafirmando seu lugar e, também, tornando-o indispensável como mediador das relações efetivas dos alunos com o conhecimento, trazendo mais significado à vida escolar tanto dos alunos quanto a do próprio professor.

Diante disso, o desenvolvimento deste trabalho em sala de aula ocorreu em linguagem metafórica, isto é, foi subsidiado por imagens, histórias e situações aparentemente desligadas do contexto matemático, mas que, comparadas com os conceitos formais, desenredavam todo o rigor envolvido na explicação. Esse foi o principal motivo que me levou a suscitar títulos metafóricos para esta pesquisa.

Quem de nós ainda não olhou para o infinito, viajando em idéias utópicas que motivaram o início de boas pesquisas? Esse é o teor do primeiro tópico: mostrar, com caráter mais poético e menos formal, a motivação para o desenvolvimento deste trabalho.

No segundo tópico, recordando o mito da peregrinação dos iniciados nos corredores do Templo da Esfinge[b] apresento a questão de pesquisa.

Em seguida, traço o objetivo para dar início à busca de argumentações que possibilitem uma resposta ao enigma.

No quarto tópico, trago argüições teóricas que expõem as dificuldades enfrentadas pelas disciplinas de Educação Artística e de Matemática; os pontos em

---

[a] *A Casa de Astérion* é um conto de Jorge Luis Borges no qual Asterion, o Minotauro, é considerado como um ser sensível e solitário que vaga em seu labirinto. BORGES, Jorge Luis. *O Aleph*. São Paulo: Globo, 2001, p.75 – 78,

[b] O mito do Templo da Esfinge relata que nele estavam guardadas as Doze Tábuas de Esmeralda que continham os mistérios da criação. Poucos eram os homens que podiam freqüentar seus corredores; esse privilégio era dado a um pequeno grupo de iniciados da escola de Mistérios incumbidos, de decifrar tais mistérios e, após, encontrar-se com o Deus Thot. É atribuído a este mito o surgimento da expressão "decifra-me ou devoro-te", pois alguns iniciados sucumbiam diante da complexidade dos segredos. Laércio, José. *A esfinge e as câmaras secretas.* Disponível em: <http://users.hotlink.com.br/egito/templesf.html>. Acesso em: 15 abr. 2007.

comum dessas áreas ao longo da história; e a viabilidade de uma proposta pedagógica conjunta entre Arte e Matemática.

No tópico seguinte apresento o processo para o desenvolvimento da pesquisa, ou seja, a metodologia, os sujeitos da pesquisa e os procedimentos para a análise de dados.

O sexto tópico ficou reservado para a descrição analítica dos acontecimentos de sala de aula, juntamente com as argumentações teóricas usadas para explicar ou exemplificar os conceitos matemáticos em questão. Aqui, também, insiro a análise das entrevistas e relatórios de aula.

Por fim, aporto nas considerações finais, que para esta pesquisa é um porto seguro, mas deixa rotas traçadas para outras navegações.

2 O Encontro com o Enigma

Nas muitas passagens pelos corredores do meu labirinto, percebi que o olhar perpassa por diversas situações e tende a fixar-se em elementos preferenciais tornando-os centrais[2], embora, muitas vezes, não se possa compartilhá-los, pois "[...] a vida é, assim, feita de golpes e de pequenas solidões"[3].

O encontro com a Arte mudou meu olhar. Centrou-o na harmonia da composição artística, ressaltando a abundância das formas nela contida e na pouca exploração dos conceitos matemáticos fornecidos por ela. Então, julguei pertinente investigar o seguinte problema:

A partir da leitura de imagens, como os conceitos matemáticos usados por alguns artistas no processo de criação e execução de suas obras podem auxiliar na aprendizagem da Matemática por crianças do Ensino Fundamental?

---

[2] FLUSSER, Vilém. *A filosofia da caixa preta:* ensaios para uma futura filosofia da fotografia. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2002, p. 8.

[3] BARTHES, Roland. *A câmara clara.* Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1984, p.11.

3 A Busca de um Novo Horizonte

Os olhos são ondulados pela linha de horizonte que pula, salta e rodopia o traço de uma paisagem. A paisagem abraça um corpo por inteiro. Sem arestas, a linha de horizonte corre o mundo à nossa volta, acordando paisagens adormecidas e ocultas.
Edith Derdyk[4]

Segundo Maria Luiza Xavier, tendo em vista que o compromisso principal da escola ainda é com a "aquisição e produção de conhecimentos" juntamente com o "desenvolvimento harmonioso de crianças e jovens", torna-se necessária uma apreciação mais atenta das práticas pedagógicas. Esses estudantes podem ficar em sintonia com seu tempo, usufruindo das produções culturais e tecnológicas de sua época. É preciso conciliar o material disponibilizado em nosso meio social, como filmes, jornais, revistas, contos e lendas populares, com as práticas escolares, possibilitando ao estudante fazer uma leitura daquilo que não está sendo falado, escrito ou diretamente visualizado. Portanto, surge a necessidade de um trabalho mais crítico por parte da comunidade escolar[c].

Com esta pesquisa sugiro trabalhar com Matemática e Arte de maneira harmônica, de modo que ambas se fundem, perdendo-se a referência de onde uma começa e a outra termina. Diante disso, meu objetivo foi *verificar, a partir da leitura de imagens, de que maneira os conceitos matemáticos usados por alguns artistas no processo de criação e execução de suas obras podem auxiliar na aprendizagem da Matemática por crianças do Ensino Fundamental.*

Para enfocar o olhar no problema de interesse procurei objetivar o pensamento e seguir um caminho que edificasse uma prática pedagógica mais aprazível e menos formal, na qual professor e aluno pudessem ler, descrever e reestruturar os conceitos matemáticos inerentes em certas obras de Arte. Dessa forma, procurei ressaltar a importância da apreensão do vocabulário e da compreensão de seus significados,

---

[4] Derdyk, Edith. *Linha do Horizonte*: por uma poética do ato criador. São Paulo: Escuta, 2001, p. 9.

[c] Por exemplo, terão os jovens percebido que nos filmes nos quais o assunto tratado é o comportamento dos adolescentes nas escolas, os estudantes em questão são todos latino-americanos e negros? Ou que no filme O Rei Leão, Scar, o leão malvado tinha o pêlo mais escuro que o do herói? Xavier, Maria Luiza M.. Escola e o mundo contemporâneo – novos tempos, novas exigências, novas possibilidades. In: Ávila, Ivany Souza. *Escola e sala de aula – mitos e ritos*: um olhar pelo avesso do avesso. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2004, p. 17 – 21.

evitando o confronto direto com *o monstro simbólico* residente nos conceitos sistematizados da Matemática. Assim, com essa amálgama harmônica, procurei mostrar que é possível apreciar a Matemática e a Arte compreendendo a importância de ambas na história do desenvolvimento cultural da humanidade.

4 Rumos Traçados ao Longo da História

Para compreender as dificuldades enfrentadas por essas disciplinas, faz-se necessária uma visita às práticas escolares desenvolvidas até o momento, e outra ao passado da humanidade, no qual se encontram as tramas comuns entre a Matemática e a Arte.

As pessoas se diferenciam umas das outras por infinitas particularidades, mas o deleite em revelar o desconhecido é uma das também infinitas características que as faz diferente de outros animais. Entretanto, em algum momento os fatores que levaram a humanidade a desvendar os mistérios do mundo foram atrelados à genialidade de alguns homens, deixando transparecer, equivocadamente, que para compreender algo supostamente intrincado é preciso ter uma capacidade intelectual aprimorada, especificamente, para compreender os conceitos básicos do conteúdo da disciplina de Matemática. E na tentativa de amenizar esse equívoco é que busco alternativas em novas práticas pedagógicas.

4.1 No Oceano da Arte-Educação

O ensino da Arte adaptou-se a diversas tendências desde o século XIX. No início do século XX, predominava a educação tradicional: uma tendência estética mimética, na qual eram apresentadas imagens e em seguida eram feitas imitações, ou eram feitas cópias fiéis do *natural*, ou seja, os alunos copiavam as formas de um modelo ou do ambiente em que se encontravam, tornando o desenho uma prática utilitária para futuros profissionais das indústrias. No entanto, não eram questionados os atributos históricos da obra e nem sua relevância para a sociedade. Essa tendência continuou evidente até o final da década de 60, no século XX, com programas que abordavam as modalidades de desenho natural, desenho decorativo, desenho geométrico e desenho pedagógico.

Concomitantemente com essa tendência, surgiu, em meados da década de 30, o movimento da Escola Nova, que propunha *experiências cognitivas* levando em consideração assuntos de interesse dos alunos, num desenvolvimento progressivo e ativo. O processo se daria por meio de pesquisa individual ou em pequenos grupos, com problemáticas e assuntos trazidos pelos estudantes, os quais construiriam seus conhecimentos num *aprender fazendo*. Sob esse ponto de vista, os conhecimentos já obtidos com o passar dos anos não precisariam ser transmitidos, pois os alunos os perceberiam e organizariam naturalmente. Nessa nova perspectiva de educação, "a apresentação de modelos deixou de ser considerada educativa [...], a imagem foi banida do ensino da Arte"[5]. Dessa forma, o aluno produziria suas próprias imagens sem influências externas, seguindo os princípios da "livre expressão"[d].

No entanto, na década de 70 houve uma ampla mudança nos modelos educacionais do país. Juntamente com a consolidação da Pedagogia Tecnicista[e] foi assinada a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, LDB, que incorporou a Educação Artística no currículo do Ensino Fundamental e Médio. A partir de então, os professores de Educação Artística que atuavam de acordo com suas especificidades profissionais viram-se transformados em meros reprodutores de atividades artísticas. Essa mudança trouxe muita insegurança por parte dos professores de Arte, que cada vez mais faziam uso dos livros didáticos. Também verificou-se uma prática diluída, pouco fundamentada, sendo uma mistura das tendências praticadas ao longo do século XX e sem a preocupação de favorecer o conhecimento da Arte. Dez anos mais tarde, a disciplina de Educação Artística torna-se obrigatória nas escolas de Ensino Fundamental e Médio. Porém essa obrigatoriedade não garantiu a existência da disciplina no currículo das escolas, pois a LDB não especificou se o ensino de Arte devia contemplar todas as séries de cada nível[6]. Assim, as aulas de Educação Artística permaneceram sem espaço na escola, e suas atividades continuaram completamente desligadas do mundo da Arte.

Em meados da década de 80 surge a idéia de que a Arte não é somente expressão, é também uma conduta inteligente e sensível, unindo a cognição e a emoção. Assim, emergem parâmetros para novas abordagens[7], questionando tudo que vinha sendo trabalhado na disciplina de Educação Artística até então.

Essa nova concepção abriu precedente para uma série de discussões sobre as relações entre a Arte, a escola e a sociedade, em que a disciplina ganha um novo rumo

---

[5] ROSSI, Maria Helena W. *Imagens que falam:* leitura da Arte na escola. Porto Alegre: Mediação, 2003, p. 14.

[d] "Visa à expressão individual e subjetiva, afastando o aluno das fontes externas de inspiração", explica Rossi, Maria Helena W., loc. cit.

[e] Na tendência tecnicista, os objetivos, os conteúdos, as estratégias, as técnicas e a avaliação são interligados e são elementos curriculares cruciais para o ensino. Ela possui uma organização racional e mecânica, explicitada nos planos de ensino e de aula, segundo FUSARI, Maria F. Rezende. e FERRAZ, Maria Heloísa C. Toledo. *Arte na educação escolar*. São Paulo: Cortez, 1993, p. 37.

[6] Ibid., 1993, p. 22- 43.

[7] KEHRWALD, ISABEL P.. Ler e Escrever em Artes Visuais. In: NEVES, Iara C. B.. *Ler e escrever compromisso de todas as áreas*. Porto Alegre: UFRGS, 1999, p. 21.

em busca da melhoria do ensino da Arte, baseada nas mudanças ocorridas na sociedade. Essas idéias foram consolidadas em meados da década de 90, com uma nova abordagem enfatizando o desenvolvimento da criatividade, da percepção visual, da coordenação motora e de uma análise reflexiva sobre as obra, como justifica Ana Mae Barbosa:

> Pretende-se não só desenvolver a criatividade através do fazer Arte, mas também através das leituras e interpretações das obras de Arte. (...) desconstruir para reconstruir, selecionar, reelaborar, partir do conhecimento e modificá-lo de acordo com o contexto e a necessidade são processos criadores, desenvolvidos pelo fazer e ver e fundamentais para a sobrevivência no mundo cotidiano.[8]

Esse método é chamado de *Abordagem Triangular* e, em suma, propõe um trabalho centrado no fazer artístico dos alunos, na contextualização histórica da Arte, situando-a no tempo e no espaço, e na leitura visual com a apreciação crítica das várias linguagens artísticas. Uma estrutura curricular que conecte essa tríade respeita as necessidades, os interesses e o desenvolvimento do aluno e, concomitantemente, é respeitado o currículo a ser desenvolvido, "seus valores, sua estrutura e sua contribuição específica para a cultura". É a busca de uma alfabetização estética.[9]

Essa é a ação sugerida nos Parâmetros Curriculares Nacionais - PCNS - para a disciplina de Artes:

> [...] o conhecimento da Arte envolve:
>
> - a experiência de formas artísticas e tudo que entra em jogo nessa ação criadora [..];
>
> - a experiência de fruir formas artísticas, utilizando informações e qualidades perceptivas e imaginativas para estabelecer um contato, uma conversa em que as formas signifiquem coisas diferentes para cada pessoa;
>
> - a experiência de refletir sobre a Arte como objeto de conhecimento, onde importam dados sobre a cultura em que o trabalho artístico foi realizado, a história da Arte [...].[10]

Contudo, muitas instituições ignoram essa abordagem. Atualmente, os órgãos responsáveis pela educação, principalmente os municipais e algumas coordenadorias regionais de educação, utilizam a interdisciplinaridade como pretexto e designam professores de outras áreas para atuarem como Arte-Educadores. Conseqüentemente, os períodos designados a essa disciplina, muitas vezes, são utilizados para a confecção de enfeites para algum tipo de comemoração ou para a manufatura de presentes artesanais. Também utilizam o *desenho-livre,* ou a livre-expressão, como alternativa de

---

[8] BARBOSA, Ana Mae. Disponível em: <http:// www.tvebrasil.com.br/salto/arte2000/artebol.htm>. Citado por Rossi, 2003, passim.

[9] BARBOSA, Ana Mãe. *A imagem no estudo da Arte*. São Paulo: Perspectiva, 2004, p. 34 – 35.

[10] BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais*: Arte. Brasília: MEC/SEF, 1997, p. 43-44,

aula que, se fosse devidamente fundamentada, poderá ser uma alternativa importante, mas que, na forma em que é praticada apenas ressalta o descaso pela linguagem visual e o desrespeito ao educador de Arte.

4.2 No Oceano da Educação Matemática

Ao contrário da disciplina de Educação Artística, a Matemática sempre teve um lugar de destaque nas escolas de ensino básico e academias de ensino superior. Nesse caso, os questionamentos giram em torno de: Como se desenvolve o ensino da Matemática em sala de aula? Por que há tantos alunos que se sentem incapazes de aprender Matemática?

Atualmente, mesmo contrariando as ações propostas pelos PCNS[f], o ensino da Matemática ainda segue os padrões da educação tradicional formal, estabelece padrões a serem seguidos e preocupa-se, muitas vezes, com o resultado e não com o processo. O papel do professor, por sua vez, é o de *senhor* do conhecimento útil da disciplina.

Dessa forma, a Matemática tornou-se um monstro para grande parte dos estudantes. Segundo Rômulo Lins[11], os monstros são seres de outro mundo, extraterrestres ou de um lugar fantasioso. Não seguem nossas regras, não morrem com facilidade e são inevitavelmente assustadores para a maioria das pessoas, mas sempre existe alguém que os compreende e os aceita como bichinhos de estimação.

A Matemática tem sido vista desta forma: ela assusta a maioria dos alunos porque eles não entendem o que seus conceitos significam. E quanto mais informações não compreendidas são acumuladas, maior a monstruosidade da disciplina. Para o conforto desses alunos, os pais e professores de outras áreas comumente dizem: - *Não há com que se preocupar, eu também aprendi pouca coisa em Matemática!* Portanto, o professor é levado a escolher exercícios e questões de prova muito simples com a intenção de aumentar o número de alunos aprovados no final do período. No entanto,

---

[f] "[...] é importante que a Matemática desempenhe, equilibrada e indissociavelmente, seu papel na formação de capacidades intelectuais, na estruturação do pensamento, na agilidade do raciocínio dedutivo do aluno, na sua aplicação a problemas, situações da vida cotidiana e atividades do mundo do trabalho e no apoio à construção de conhecimento em outras áreas curriculares." BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais*: Matemática. Brasília: MEC/SEF, 1997, p. 29,

[11] LINS, Rômulo Campos. Matemática, monstros, significados e educação Matemática. In: BICUDO, Maria A. e BORBA, Marcelo de Carvalho [Org]. *Educação Matemática*: pesquisa em movimento. 2 ed. São Paulo: Cortez, 2005, p. 92-120.

essa facilitação aumenta a deficiência dos alunos em relação à disciplina nos períodos posteriores. Muitas vezes isso acontece por pressão da instituição mantenedora.

Em minhas reflexões, percebi que a Matemática é ensinada sem considerar *quem está aprendendo*, *como está aprendendo* e *se está aprendendo*. Os alunos são considerados iguais no momento da *transmissão da informação*. Todos são aptos a compreender o que está sendo dito, mas no momento da avaliação aparecem as diferenças; uns são sempre melhores que outros.

Há alguns professores crentes na concepção de que o aluno deve aprender a fazer determinado exercício de uma forma específica, reproduzindo passo a passo o que lhe foi demonstrado, desconsiderando as idéias e as outras formas possíveis de resolução dos exercícios pelo aluno. E aquele para o qual a informação não fica clara, muitas vezes, é estigmatizado como incapaz de aprender Matemática, transparecendo a idéia de que o método aplicado é infalível.

Há ainda o professor, em geral com muito tempo de regência de classe, que não admite questionamentos sobre sua forma de ensinar. Ele está tão mergulhado em um discurso matemático tradicional, que acaba por envolver a si e os seus alunos em uma vastidão de símbolos sem a clara percepção de seus significados. Nessas condições, o aluno que supostamente aprende acaba se tornando um competente manipulador de símbolos, mas quando se afasta daquele padrão é incapaz de solucionar novas situações. O aluno possui a linguagem matemática formal, mas não consegue compreendê-la, nem mesmo é capaz de reconstruí-la numa linguagem cotidiana.[9]

Esse modelo de ensino, em que o professor diz como se faz e o aluno reproduz com exatidão, leva a crer que existem formas sistemáticas de resolver questões que dizem respeito à Matemática de sala de aula. Neste caso, após a aula, percebe-se olhares perdidos entre risos angustiados, como se o conteúdo explicado, e supostamente aprendido, não pudesse se afastar daquele ambiente, transformando-se em conceitos imaculados. Os alunos, ao saírem da sala de aula, deixam os símbolos, os valores exatos e as frações trancafiadas naquelas quatro paredes. A Matemática formal fica cada vez mais oculta em meio aos problemas da vida cotidiana, e o que foi aprendido pode ser rapidamente esquecido.

No entanto, esse retrato não descreve o cenário educativo geral. Conheço professores que se preocupam em saber se as definições e os conceitos matemáticos têm algum significado para os alunos. Desconstroem os conceitos pragmáticos da sala de

---

[9] Essas constatações também são citadas por Cleide Medeiros, que relata as experiências de sua vida escolar e acadêmica, nas aulas de Matemática. MEDEIROS, Cleide Farias de. Por Uma Educação Matemática com intersubjetividade. In BICUDO, Maria Aparecida V.. *Educação Matemática.* São Paulo: Ed Moraes. [1986], p. 13-43.

aula, reconstruindo-os dentro do contexto do cotidiano. Fazem esse trabalho, muitas vezes, dentro de um espaço escolar tradicional e conservador, o que se revelaria em uma suposta contradição, mas se revelam estratégias que minimizam os "problemas vinculados às normas conservadoras"[12] em que estão inseridos. Essa prática vem crescendo a cada dia, e sendo desenvolvida por professores de diversas áreas do conhecimento. Acredito que sejam esses os profissionais que mudarão definitivamente o retrato da educação escolar.

4.3 Um Labirinto sem Muros no Oceano Histórico da Matemática e da Arte

O mundo sempre esteve impregnado de Matemática, embora muitos a considerem aberrações numéricas intraduzíveis. Nós respiramos Matemática e produzimos, a cada instante, milhares de estruturas matemáticas sutis e belas; elas estão fortemente registradas em cada fração de tempo da nossa existência e nos falta apenas a devida atenção para percebê-las. Os estudiosos dessa ciência vêem muito além das aparências; eles ultrapassam a forma imediata e mergulham em um mundo muito particular, o mundo da lógica e da exatidão.

Da mesma forma que a Matemática, a Arte percorreu muitos caminhos ao longo da História, tendo se apoiado e fornecido apoio a inúmeras faces da ciência.

Ao visitar os livros de História, percebi-me folheando "O Livro de Areia", e sempre que voltava ao início da história, ela não me parecia mais a mesma. Havia tantas informações adicionais, que não sabia mais onde começava a História da Arte e onde continuava a História da Matemática. Nessas muitas idas e vindas pela História, foi possível encontrar pontos em comum entre a Matemática e a Arte em caminhos supostamente antagônicos, mas que formaram enlaces justos e perfeitamente compreensíveis.

---

[12] ALVES, Nilda; OLIVEIRA, Inês. Uma historia da contribuição dos estudos do cotidiano escolar ao campo do currículo. In: LOPES, Alice; MACEDO, Elizabeth (Orgs.). *Currículo*: debates contemporâneos. São Paulo Cortez, 2002, p. 98.

4.3.1 História da Matemática ou da Arte?

Deleitar-se com a beleza complexa da natureza é factível em qualquer momento, entretanto, só um olhar mais atento e sensível percebe o admirável universo de formas que ela possui: círculos, trapézios, hexágonos, triângulos, cubos, etc. Tais formas são de muita simplicidade e de princípios elementares, no entanto, juntas, podem ocultar uma intrincada geometria, da qual poucas são as pessoas capazes de aflorá-la.

Desde a Pré-História, especificamente no período Paleolítico Superior, o homem era *capaz de mensurar o peso que poderia carregar para escolher a caça; escolhia a madeira mais adequada para que lhe servisse de arma e, entre outras coisas, registrava* seus feitos diários em manifestações artísticas muito simples. Nesses desenhos (imagem 01) *pode-se observar que o homem desse período compreendia algumas propriedades matemáticas simples.*

Imagem 01 - Pintura rupestre de bisonte na caverna de Altamira, Espanha. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Arte_rupestre>. Acesso em: 01 mai. 2007.

Em seguida, com o desenvolvimento da agricultura[h] *surgiu a necessidade de armazenar alimentos. O homem iniciou a fabricação de utensílios com formas e tamanhos adequados ao uso, o que determinou a diferenciação entre volumes. O homem pré-histórico também demonstrava uma preocupação com a estética, pois desenhava inscrições geométricas na parte externa desses utensílios. Logo, a pintura rupestre deu lugar a representações esquemáticas dos acontecimentos, apresentando simetria, congruência e proporcionalidade. Acredita-se que esses desenhos se desenvolveram com a observação das regularidades encontradas na natureza e foram, conseqüentemente, refinando a percepção artística e estética do homem, "[...] e provavelmente é correto dizer-se que a Arte primitiva preparou em grande escala o caminho para o desenvolvimento*

Imagem 02 - Stonehenge, Inglaterra. Disponível em: <http://revistaturismo.cidadeinternet.com.br/passeios/stonehenge.htm>. Acesso em: 01 mai. 2007.

---

[h] O que marca o período Neolítico.

geométrico posterior[13]". Ainda neste período, existem registros de uma arquitetura rudimentar; edificações monumentais feitas com "materiais colossais[14]" e manejáveis chamados megálitos, com propósito funerário ou ritualístico (imagem 02). As grandes estruturas foram dispostas em círculos e semicírculos, em posições angulares específicas ao ritual para o qual foi construída. Contudo, apesar de todo esse desenvolvimento, os primeiros números surgiram apenas com a necessidade de se identificar grandes quantidades. Embora a caminhada tenha sido longa e lenta, existem muitos indicativos, como ossos ou pedaços de madeira, de que as primeiras representações aconteceram ainda no período Paleolítico.

Séculos mais tarde, o desenvolvimento das Artes e da Matemática entre as civilizações antigas foi bastante significativo. O legado deixado, tanto nas Artes como na Matemática e na Literatura, permitiu um estudo aprofundado da cultura desses povos.

Imagem 03 - Ramsés e a seus pés Nefertari. Disponível em: <http://www.biografiasyvidas.com/monografia/ramses_ii/fotos3>. Acesso em: 01 mai. 2007.

Os egípcios se destacaram nas realizações culturais, especialmente na agricultura, Matemática, Arquitetura e na Escultura. Na quarta dinastia, elevaram-se as grandes pirâmides, feitas de blocos calcáreos, cujo desenho mostra uma geometria básica, com conceitos matemáticos e astronômicos deveras requintados, que permanecem no deserto como um ícone do antigo Egito. Apesar de as pirâmides serem o principal legado histórico-cultural desta civilização, as estátuas egípcias foram as primeiras a mostrar a "beleza do corpo humano na sua nudez[15]". Em proporções colossais e simetria admirável, elas têm exatos 90 graus em relação ao solo (imagens 03 e 04), o que levanta a hipótese de que os egípcios já tinham conhecimento das propriedades do triângulo retângulo, embora esse fato não possua comprovação escrita em nenhum dos papiros encontrados.

Imagem 04 - Templo menor de Abu Simbel. Disponível em: <http://www.historiadaarte.com.br/arteegipcia.html>. Acesso em: 01 mai. 2007.

Dos povos antigos, os gregos foram os que mostraram uma vasta produção cultural, priorizando as ações humanas, já

---

[13] EVES, Howard. *Geometria*, São Paulo: Atual, 1992, p. 2.

[14] BAZIN, Germain. *História da Arte*: da pré-história aos nossos dias. Lisboa: Martins Fontes, 1980, p.16.

[15] COLOMBIER, Pierre Du. *História da Arte*. Porto Alegre: Livraria Tavares Martins, 1955, p. 38.

que eram os seres mais importantes do universo.

A princípio, as criações artísticas dos gregos eram imitações das criações egípcias, mas não demorou a criarem seu próprio estilo na arquitetura, na escultura e na pintura. Como os egípcios, os gregos admiravam a beleza do corpo humano, esculpindo-a nas "figuras masculinas nuas, eretas, em rigorosa posição frontal", tendo todo o peso do corpo distribuído, igualmente, nas duas pernas[16], num realismo racional.

Na arquitetura, os gregos se destacam na construção de grandes templos em homenagem aos deuses. Descobriram que as colunas davam um aspecto mais leve e eram tão resistentes quanto as paredes. Então, constituíram uma série de arcabouços distintos e grandiosos "graças à alternância das zonas cheias e das zonas vazias"[17]. Como valorizavam muito a racionalidade, usaram a simetria nas construções e, conseqüentemente, conseguiram efeitos harmônicos em todo o seu segmento arquitetônico. A *razão áurea* tornou-se visível (imagens 05 e 06), nessas construções, por meio da harmonia e beleza que nela se ocultavam. Os gregos, inspirados no equilíbrio harmônico proporcionado pela razão áurea, estabeleceram um padrão de beleza que até hoje é utilizado. Consideravam uma pessoa bela se a razão entre determinadas partes do seu corpo resultasse no número de ouro, aproximadamente 1,618, que pode ser constatado nos desenhos e esculturas de figura humana. Foi também na Grécia que nasceram grandes matemáticos como Pitágoras, Euclides, Tales e Platão, entre outros, que formalizaram a Matemática cujos axiomas e teoremas hoje são estudados no ensino básico.

Imagem 05 - Parthenon, Grécia. Disponível em: <http://www.educ.fc.ul.pt/icm/icm2002/icm203/numeros.htm>. Acesso em: 01 mai. 2007.

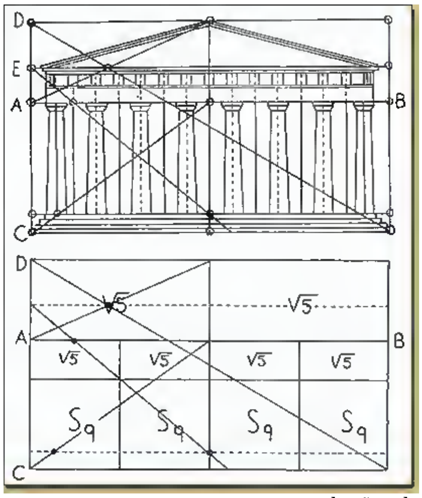


Imagem 06 - Esquema que mostra as relações da proporção áurea na fachada do Parthenon. Ibid. Acesso em: 01 mai. 2007.

Já a civilização romana valeu-se das construções gregas e etruscas para

[16] Santos, Maria das Graças Vieira Proença dos. *História da Arte*. São Paulo: Ática, 1999, p. 28.

[17] Bazin, op. cit., p.71.

perpetuar sua arquitetura. Nas construções baseadas na arquitetura grega, os romanos inseriram os arcos (imagem 07), que permitiram a ampliação do vão entre as colunas aumentando o espaço interno das edificações, e as cúpulas (imagem 08), que isolavam grandes áreas onde o povo se reunia para o culto[18]. Durante os anos que se seguiram entre a ascensão e a queda do império romano, pouco se fez para manter acesa a chama da criatividade Matemática, principalmente na parte ocidental do império.

Imagem 07 - Anfiteatro Coliseu. Disponível em: <http://www.correrenelverde.it/storiadellarte/periodi/arteromana.htm>. Acesso em: 01 mai. 2007.

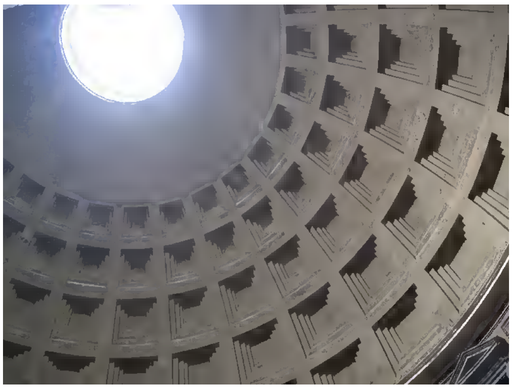


Imagem 08 - Interior da cúpula do Panteão de Roma. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/C%C3%BApula>. Acesso em: 01 mai. 2007.

O período medieval foi marcado pela ideologia religiosa oriunda do pensamento platônico[i]. Figuras geométricas como triângulos eqüiláteros, pentagramas, triângulos retângulos e quadrados são encontradas na construção de igrejas da época.

Imagem 09 - Catedral de Lincoln, Inglaterra. Disponível em: <http://www.historianet.com.br/conteudo/default.aspx?codigo=163>. Acesso em: 01 mai. 2007.

Nas catedrais góticas, além de apresentarem um emaranhado de polígonos, o que mais impressiona é o sistema de proporções que sustenta uma exagerada extensão vertical; as paredes e torres são vertiginosamente altas, conforma se observa na imagem 09. A utilização audaz da ilusão de ótica acentua o vislumbre da perpendicularidade; os arcos com uma quebra no centro se alongam e se unem em uma ponta voltada para o alto, dando a sensação de uma verticalidade infindável.

---

[18] Bazin, loc. cit.

[i] Lancelot Hogben conta que Platão uniu a Matemática e o misticismo na tentativa de compreender o universo. Diz que o verdadeiro mundo apenas Deus conhece e o nosso não passa de sombras. HOGBEN, Lancelot. *Maravilhas da Matemática*: influência e função da Matemática nos conhecimentos humanos. Porto Alegre, Globo, 1970, p. 28.

Mas os anseios pela ordem e pela beleza se confundem entre o intelecto essencialmente racional e os impulsos interiores meramente sentimentais. Na Arte, o homem encontrou o equilíbrio entre a razão e a emoção. Em pinturas e esculturas encontramos uma rede de atos impensados, compostos pelas expressões dos desejos mais íntimos do homem, mas talhada com traços bem definidos e calculados, mantendo uma forte ligação entre a imaginação e a técnica estabelecida pela razão do mundo físico.

Com a intenção de retornar à racionalidade da cultura greco-romana clássica, o arquiteto Brunelleschi e os escultores Donatello e Ghiberti deram início ao movimento chamado Renascimento: um retorno consciente ao passado, valorizando o homem e o natural em oposição ao sublime e ao divino, mentalidade que dominava a cultura na Idade Média.

Essa é uma visão abreviada da história do Renascimento, mas que nos dá uma idéia da complexidade do movimento que se tornou um marco no desenvolvimento da humanidade. Suas conseqüências foram as inúmeras realizações nas Ciências, nas Artes, e na Literatura, que sobrepujaram a herança clássica greco-romana. Nesse período, o rigor científico começa a ser exigido e o ideal humanístico difundido. O artista dessa época vê o homem como a expressão grandiosa de Deus; e os homens das ciências querem que a realidade seja compreendida cientificamente e não apenas observada.

Na pintura e na arquitetura ressurge a razão áurea, critério estético batizado como a Divina Proporção, por Leonardo da Vinci, que além de íntimo dos pincéis também o era da Matemática e da Engenharia, como muitos artistas da época. Eles eram bons geômetras, mostravam e demonstravam em suas obras o grande interesse pela Matemática[19] (imagens 10 e 11).

Imagem 10 – DA VINCI, Leonardo. *A última ceia*. Óleo e têmpera sobre gesso, 460 X 880 cm, Pintura mural que está sobre a parede do refeitório do Convento de Santa Maria delle Grazie, em Milão. Disponível em: <http://www.chamada.com.br/mensagens/codigo_da_vinci_2.html>. Acesso em: 01 mai. 2007.

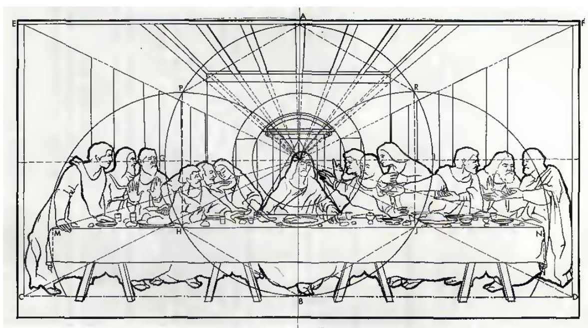


Imagem 11 - A última ceia. Esquema gráfico que estabelece o lugar de cada grupo de pessoas na obra. GUIDO, Ângelo. Símbolos e mitos na pintura de Leonardo da Vinci. Porto Alegre: Sulina, 1969. p. 20.

[19] Struik, Dirk J.. *História concisa das matemáticas*. Lisboa: Gradiva, 1989, p. 144.

Outro conceito muito utilizado por artistas e arquitetos da época era a simetria. Nas edificações religiosas desse período, podemos observar o quanto a simetria era importante. Tem-se como exemplo a Basílica de São Pedro[j], cuja construção iniciada em 326 e finalizada em 354 tinha a forma de uma cruz latina (imagem 13), o que exigia de seus construtores o conhecimento básico do conceito de simetria. Essa e muitas outras edificações do período cristão primitivo satisfaziam a essa exigência.

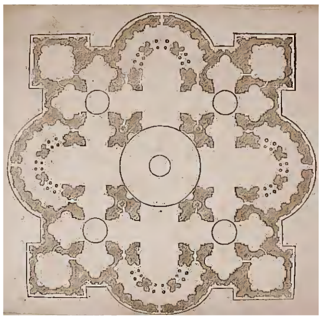


Imagem 12 - Planta em cruz grega feita por Michelangelo para a Basílica de São Pedro. Disponível em: <http://www.unav.es/ha/004-IGLE/pietro-1.htm>. Acesso em: 01 mai. 2007.

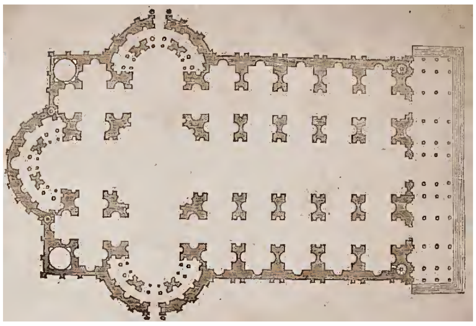


Imagem 13 - Planta em cruz latina. Projeto final da Basílica de São Pedro. Ibid, Acesso em: 01 mai. 2007

Do mesmo modo que os renascentistas, os islâmicos apreciavam muito a simetria. Encontramo-la na arquitetura de seus palácios, como o Taj Mahal, e nos ornamentos internos e externos das construções, como nos pisos, paredes e tapeçarias. Muito do fascínio pelas formas simétricas ocorre porque alguns segmentos religiosos não permitiam a reprodução, em pinturas ou esculturas, de seres vivos. Então, as formas geométricas se tornaram o alicerce da Arte islâmica. Conseqüentemente, a maioria das ilustrações é constituída exclusivamente por polígonos, formando lindos mosaicos.

Imagem 14 - Taj Mahal, Índia. Disponível em: <http://www.mikelevin.com/TajMahalHorizontal.jpg>. Acesso em: 01 mai. 2007.

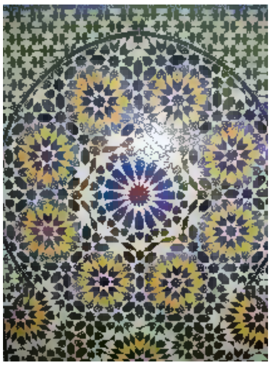


Imagem 15 - Mosaico doado pelo Reino do Marrocos à Legião da Boa Vontade, em Brasília. Disponível em: <http://gougon2.tripod.com/id22.html>. Acesso em: 01 mai. 2007.

[j] Em 1452 iniciaram-se os planos de reconstrução da basílica com o arquiteto Bernardo Rosselino. Em seguida, seguindo a proposta de Bramante e, mais tarde, a de Miguelangelo, a basílica teria sua estrutura erguida na forma de uma cruz grega (imagem 12), mas por solicitação do Papa Paulo V, em 1612, ela foi concluída no formato original. TEIXEIRA, Tiago. *Basílica de São Pedro e Palestrina.* Disponível em: <http://paginas.aol.com.br/teixeirathiago/Pedro_Palestrina.html>. Acesso em: 15 abr. 2007.

Outro grande momento foi a descoberta da perspectiva, que é um recurso da Geometria usado para simular profundidade ou tridimensionalidade no plano, ou seja, simula ambientes tridimensionais no plano. Em Pompéia foram encontradas pinturas que retratavam ambientes tridimensionais em uma perspectiva puramente visual, mas seu apogeu foi no período do Renascimento. Filippo Brunelleschi foi o artista que redescobriu a perspectiva.

Embora a noção de ponto de fuga fosse conhecida desde a antiguidade, Brunelleschi criou o "método trigonométrico-geométrico de deduzir a perspectiva considerando a diminuição de um objeto à medida que se afasta, com o observador num dos vértices"[20]*. Confeccionou, também, uma ferramenta ótica para demonstrações, mas como não existe material que comprove esses estudo, os créditos pela elaboração de uma técnica de perspectiva ficaram com o artista Leon Bathista Alberti, que escreveu um tratado chamado Della Pictura, descrevendo o método que Brunelleschi criou com alguns ajustes.*[21]

A partir de então, as tendências artísticas procuraram ressaltar a realidade de inúmeras formas e pontos de vista. Mas foi no final do século XIX que surgiram movimentos artísticos que abalaram definitivamente o conceito da Arte Clássica. E todos inspirados na obra e nos estudos de Paul Cézanne.

Estudioso sagaz, o impressionista Cézanne isolou-se para estudar com profundidade as muitas manifestações artísticas de um único tema: a natureza. Ele percebeu que a beleza não estava no objeto retratado, mas sim na impressão pessoal dada ao mesmo. O artista necessita mostrar a sua realidade num dado momento, realidade essa inconstante, produzindo, assim, formas multidimensionais, o que permite ao observador ver aquilo que seu conhecimento prévio determina. A partir dessa concepção, nascem três movimentos: o Fauvismo, o Expressionismo e o Cubismo, que foram de vital importância para o desenvolvimento do pensamento artístico tal como o conhecemos hoje.

Mas o movimento que possui muitos pontos em comum com a Matemática é o Cubismo, tendo como precursores Pablo Picasso e Georges Braque. Eles retrataram a natureza por intermédio de formas geométricas, mostrando todos os lados e partes do objeto em questão em um único plano, ou seja, utilizaram a planificação de um sólido geométrico de modo que todas as suas faces estivessem visíveis ao observador.

---

[20] MACEDO, Danilo Matoso. *O papel da representação na poética de Filippo Brunelleschi*. Belo Horizonte: jun. 2000. Disponível em: <http://www.danilo.arq.br/danilo/txt_01_brunelleschi/txt_01_brunelleschi.htm>. Acesso em: 06 fev. 2007.

[21] BOYER, Carl Benjamin. *Historia da Matemática*. São Paulo: Edgar Blücher, 1974, p. 215- 216.

Imagem 16 - PICASSO, Pablo. *Menina com Bandolim*, 1910. Óleo sobre tele, 100.3 x 73.6 cm. Museu de Arte Moderna, Nova York. Disponível em: <http://www.artchive.com/artchive/P/picasso/tellier.jpg.html>. Acesso em: 01 mai. 2007.

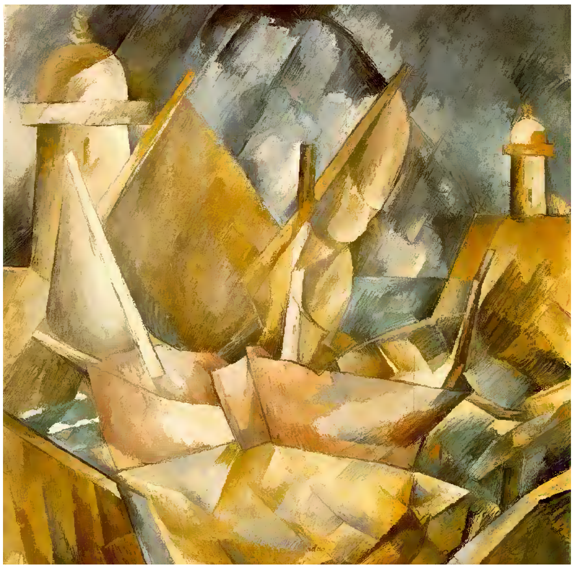


Imagem 17 - BRAQUE, Georges. *Harbor in Normandy*, 1909. Óleo sobre tela, 96,2 x 96,2 cm. Disponível em: <http://www.artchive.com/artchive/B/braque/harbor.jpg.html>. Acesso em: 01 mai. 2007.

Todos esses movimentos promovem uma ruptura na estética artística do começo do século XX, e novas formas de expressar a imagem são exploradas, transcendendo definitivamente a concepção da Arte até então conhecida. O artista passa a representar o mundo com uma visão muito particular, pouco tangível aos olhos comuns. Representa-o com a sua própria realidade, buscando na forma, no traço e na cor novos conceitos simbólicos de imagem.

Surge, então, a Arte Abstrata que, por sua abrangência, pode ser vista como um fenômeno, decorrente da aspiração de delinear o que já existe, manifestando-se por meio de percepções causadas por admiráveis composições da Matemática, especialmente da Geometria e da Arquitetura com o simples mover das mãos. Ela exibe uma ligação sutil com o mundo que conhecemos em todo o processo de criação. O que os olhos vêem é modificado pelo gesto do artista, passando a ser puramente sensorial, mas não negada[22].

[22] VALLIER, Dora. *A Arte Abstracta*. Lisboa: Edições 70, 1980, p. 26

Esse fenômeno abriu precedentes para inúmeras correntes abstratas que resistiram à passagem do tempo, dentre as quais destaco a *Abstração Informal* (imagem 18) e *Abstração Geométrica* (imagem 19).

Imagem 18 - POLLOCK, Jackson. *Número 1 1949*, 1949. Esmalte e tinta metálica sobre tela, 160 x 259 cm. Museu de Arte Contemporânea, Los Angeles. Gooding, Mel. Arte abstrata. São Paulo: Cosac & Naify, 2002. p. 68.

Imagem 19 - KANDINSKY, Wassily. *Sobre o branco II*, 1923. Óleo sobre tela, 105 x 98 cm. Musée National d'Art Moderne, Paris. Wassily Kandinsky. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1995. Ilustração 57.

Na Abstração Informal, a forma não tem relevância, apenas enfatiza a expressão e a espontaneidade dos gestos, do mover do corpo e das energias afetivas que o artista libera[23], conforme observadas nas obras de Juan Miro e Jackson Pollock.

Já a Abstração Geométrica mostra a beleza por meio da ordem e da harmonia geométrica. Wassily Kandinsky e Piet Mondrian foram os primeiros a esquematizar essa vertente abstracionista.

Surge, assim, um grande número de artistas, e conseqüentemente de tendências, intimamente ligados aos conceitos matemáticos, sejam eles geométricos ou não. Portanto, é mais prudente expô-los de acordo com a ênfase Matemática adequada a suas obras, como propõe esta pesquisa.

4.4 A Matemática dos Artistas

Há artistas que defendem o uso das relações matemáticas na organização de suas obras. Existem aqueles que selecionam figuras geométricas e as dispõem intuitivamente em uma superfície plana para a obtenção de uma imagem. Outros

[23] GOODING, Mel. *Arte Abstrata*. São Paulo: Cosac & Naify, 2002, p.69.

aplicam deliberadamente modelos matemáticos para formar uma composição baseada essencialmente na Matemática. Independentemente da intenção, alguns artistas evocam o equilíbrio dinâmico e a beleza que apenas as leis matemáticas são capazes de proporcionar.

4.4.1 *Wassily Kandinsky e a Abstração Matemática*

O artista russo Wassily Kandinsky é considerado o criador do abstracionismo na Arte. Pintor de obras figurativas, descobre, por acaso, a beleza estética do abstrato. Ele conta que ao voltar para seu ateliê, ao entardecer, vislumbrou em um de seus cavaletes uma bela pintura, porém peculiar. A pintura não possuía tema algum, não descrevia nada e, no entanto, tinha uma radiante composição de cores. A partir de então, as imagens miméticas do mundo físico passaram a ser substituídas por pontos, linha, manchas de colorido vibrante e formas geométricas. Lentamente, foi impregnando suas telas com uma visão muito particular do mundo. Desse modo, a obra de Kandinsky evoluiu da pintura notoriamente figurativa a uma puramente abstrata.

Imagem 20 - KANDINSKY, Wassily. *Cidade Velha II*, 1902. Óleo sobre tela, 52 x 78,5 cm. Musée National d'Art Moderne. Centre Georges Pompidou, Paris. Wassily Kandinsky. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1995. Ilustração 1

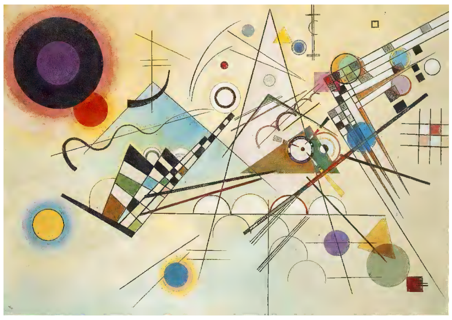


Imagem 21 - KANDINSKY, Wassily. *Composição VIII*, 1923. Óleo sobre tela. 140 x 201 cm. The Solomon Guggenheim Museum, Nova York. Dünchting, Hajo. Wassily Kandinsky: 1866-1944 una revolución pictórica. Berlin: Taschen, 1990. p. 72.

É possível dizer que a Arte Abstrata é a representação do universo das sensações e percepções delineadas por um único ponto de vista, o do artista.

Mas Kandinsky ainda não estava satisfeito. Em 1926, enquanto professor da Bauhaus[1], publica o seu terceiro livro chamado *Ponto e linha sobra o plano*. Seu objetivo

---

[1] *Bauhaus*, uma escola de arquitetura, design e artes plásticas de vanguarda da Alemanha, fundada em 1919. Foi considerada uma das mais importantes expressões do Modernismo. Com a implantação do regime nazista, a Bauhaus foi fechada em 1933, por ser considerada pró-comunismo, em virtude de muitos de seus professores e estudante serem de nacionalidade russa. WIKIPÉDIA: a enciclopédia livre. Disponível em:

era teorizar a Arte Abstrata Geométrica com bases científicas, pois sua ambição como professor e pintor era "introduzir na prática da Arte o rigor da ciência"[24].

Sua análise da abstração geométrica começa com a definição de ponto:

> *Ponto Geométrico é um ser invisível. Portanto, deve ser definido como imaterial. Do ponto de vista material, o ponto é igual ao zero [no que se refere a um valor quantitativo] [...] - o ponto geométrico – evoca a concisão absoluta [...].*
>
> *Assim, o ponto geométrico é, de acordo com nossa concepção, a derradeira e única união do silêncio.*
>
> *É por isso que o ponto geométrico encontrou sua forma material em primeiro lugar na escrita - ele pertence à linguagem e significa o silêncio*[25].

A partir da definição de ponto, Kandinsky conceituou a linha da seguinte forma: "a linha geométrica é um ser invisível. É o rasto do ponto em movimento, logo seu produto. Ela nasceu do movimento – isto é, pela aniquilação da imobilidade suprema do ponto."[26]

Deixando de lado a questão poética da descoberta do abstrato por Kandinsky, nota-se que as relações feitas por ele sobre o abstrato *não diferem das relações descritas por Davis & Hersh*[27] *ao conceituar Abstração Matemática.*

Davis & Hersh apresentam dois tipos de abstração: como idealização e como extração. Ambas estão apoiadas na crença de que o pensamento Matemática surgiu quando a percepção de uma quantidade, ou forma, determinada se libertou dos objetos com os quais estava relacionada, tornando-se um número inteiro, ou um exemplo de perfeição idealizada da forma.

Para compreender melhor a abstração como idealização*, consideremos a seguinte situação: ao traçar uma linha reta no plano do quadro, apoiando o giz em uma régua, obtém-se como resultado um objeto físico, ou seja, um depósito de giz sobre a superfície do quadro. A espessura e a largura não são constantes, pois ao seguir a borda da régua, o giz reage às sinuosidades da superfície resultando em uma linha com irregularidades em toda sua extensão. Mas desconsiderando todas as imperfeições apresentadas pelo material físico, obtêm-se uma linha reta ideal, que não possui nenhum tipo de falha. Tem-se, neste caso, uma descrição verbal e idealizada de uma linha que não pode ser representada no mundo físico: uma linha reta uniforme e perfeita. Ela apresenta uma infinita sucessão de pontos, de forma que não exista espaço*

< http://pt.wikipedia.org/wiki/Bauhaus>. Acesso em: 01 mai. 2007.

[24] Vallier, Dora. *A Arte Abstracta*. Lisboa: Edições 70, 1980, p. 70.

[25] Kandinsky, Wassily. *Ponto e linha sobre o plano*. São Paulo: Martins Fontes, 1997, p. 17.

[26] Ibid.., 1997, p. 49.

[27] Davis, Philip J. e Hersh, Reuben. *A Experiência Matemática*. Lisboa: Gradiva, 1995, p. 127.

entre eles, configurando uma única dimensão, o comprimento. Essa descrição sai de uma experiência física e entra no mundo matemático eliminando tudo o que é percebido pelos sentidos, sobrando apenas a "quantidade e a continuidade espacial" [28]. Então, a linha reta, ao sair do plano do quadro e tornar-se uma reta infinita e perfeita, caracteriza um processo de abstração como idealização.

Para exemplificar a *abstração como extração,* estabelecem-se duas situações que não possuem ligações aparentes: *há vinte e sete classes na 5º serie*, e *há vinte e sete livros na biblioteca*. Mas o simples fato de se usar as palavras "vinte e sete" implica na existência de um processo de abstração, no qual a característica comum entre as classes e os livros é singularizada. A cada classe corresponde um livro e a cada livro uma classe. Portanto, é possível afirmar que há uma *correspondência biunívoca* entre classes e livros. Com efeito, têm-se números existindo, independentemente da existência de classes e livros. Esses fatos parecem não ter nenhuma ligação, mas possuem em comum o argumento matemático abstrato[29].

Davis & Hersh afirmam, também, que abstração é a essência da Matemática, e reciprocamente, a Matemática é o instrumento apropriado para lidar com conceitos abstratos de todos os tipos. "Porém, a abstração é onipresente. É quase uma característica da, ou equivalente à, própria inteligência"[30]. Então, no tocante à Matemática, a abstração é o que faz emergir as respostas de todas as questões.

Logo, fica claro que uma relação entre a Abstração Artística e a Abstração Matemática é possível sem prejuízo a ambas. E como Kandinsky usufruiu da Matemática para teorizar sua Arte, sinto-me à vontade para fazer o caminho inverso e desfrutar da Arte para conquistar a Matemática.

4.4.2 Jesus-Rafael Soto e suas retas paralelas vibrantes

Artista venezuelano que em meio à turbulência da busca pelo novo nas tendências abstrato-geométricas dos anos 50 imprimiu em sua obra um encanto

---

[28] DAVIS, Philip J. e HERSH, Reuben. *A Experiência Matemática*. Lisboa: Gradiva, 1995, p. 127.
[29] Ibid., 1995, p. 130.
[30] Ibid., 1995, p. 116.

"vibrante e sutil" [31], dando-lhe uma montagem precisa e calculada e uma visualidade aleatória, indeterminada e incerta, que muda a cada instante diante do espectador.

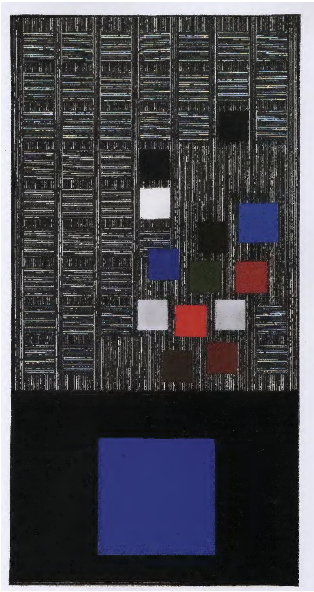


Imagem 22 – SOTO, Jesus-Rafael, *Cobalto Inferior*, 2001. Madeira e pintura,150 x 77 x 14 cm. Coleção Márcia e Luiz Chrysóstomo. Venâncio Filho, Paulo (Org.). Soto: a construção da imaterialidade. Rio de Janeiro: Centro Cultural Banco do Brasil, 2005. p. 101.

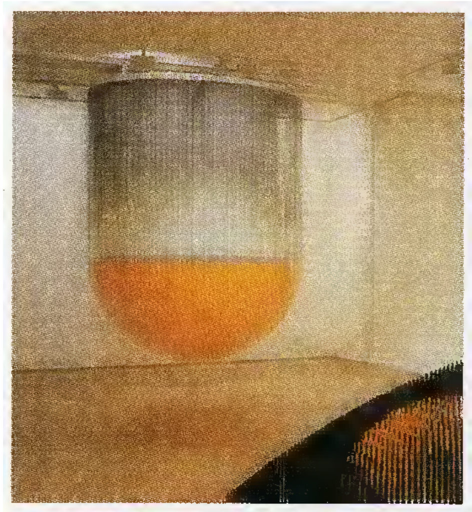


Imagem 23 – SOTO, Jesus-Rafael, Esfera *Theospacio*, 1989. Alumínio, 332 x 255 cm. Don Galeria. Ibid. p.109.

Soto integra ciência e emoção, expressão e conhecimento que tocam de forma lúdica a percepção das pessoas. Ele é um dos precursores da Arte Cinética. Seus trabalhos propõem uma "tridimensionalidade com movimento"[32] que, por muitas vezes, é ilusória. As peças são estáticas, mas movimentam-se na visão de quem as observa. Algumas delas são construídas a partir de fios ou cordas dispostas paralelamente em uma superfície, e sobreposta a ela, há uma outra superfície com quadriláteros bem alinhados, ocasionado efeitos ópticos inquietantes a quem as observa. Estes efeitos surgem de acordo com a posição que se ocupa no espaço em torno da obra. Nas palavras de Paulo Venâncio, a obra de Soto é:

> Uma instabilidade entre planos superpostos provoca uma suspensão entre os dois estados separados por um momento vibratório, sugerindo a aparição visível de uma energia latente e oculta. É a totalidade do plano, ora são as superposições ora os fios de náilon ora os quadrados que se projetam à frente. A tensão viva de uma obra/vibração que ao longo de mais de cinqüenta anos continuam vibrando.[33]

---

[31] VENÂNCIO Filho, Paulo (Org.). *Soto:* a construção da imaterialidade. Rio de Janeiro: Centro Cultural Banco do Brasil, 2005, p. 24.

[32] SOTO: a construção da imaterialidade. Disponível em: <http://www.objetosim.com.br/Artes/soto/soto.htm>. Acesso em: 29 ago. 2006.

[33] VENÂNCIO Filho, Paulo (Org.). *Soto:* a construção da imaterialidade. Rio de Janeiro: Centro Cultural Banco do Brasil, 2005, p. 24.

Alguns críticos dizem que a Arte Cinética não expressa emoção alguma. Entretanto, o artista esclarece, em uma entrevista concedida a Maria Hirzman durante a mostra individual realizada em São Paulo no ano de 2002: "Acredito que a Matemática é poesia pura. [...] se você não tem um sentido poético, não consegue captar coisas muito sutis, universais, não pode chegar à arte cinética."[34]

4.4.3 Piet Mondrian e a perpendicularidade dos retângulos

Já as retas perpendiculares e o retângulo são bem apresentados e organizados por Piet Mondrian. O artista plástico Frans Krajcberg disse que: "Se Mondrian passou da árvore ao quadrado, ele apenas soube aproveitar uma das infinitas possibilidades da árvore. Então vamos rever o quadrado para reencontrar a árvore"[35].

Mondrian deu início a um outro tipo de Arte Abstrata, uma Arte que, segundo ele, apresentava a forma essencial da natureza, tornando o subjetivo envolto e tudo que vemos tangível. Aparentemente, ele queria atingir uma Arte de relações puras na criação de suas obras. Assim como os grandes matemáticos gregos que acreditavam aproximar-se da perfeição dos deuses se compreendessem a matemática da natureza, Mondrian considerava a pintura como uma atividade filosófica e espiritual, sendo "este um meio para a revelação de uma realidade oculta atrás das formas da natureza."[36] Ele acreditava que as relações puras da natureza haviam sido mascaradas pela pintura figurativa, afastando o observador do "verdadeiro fundamento da harmonia estética"[37]. Mondrian transformou sua pintura figurativa (imagem 24 e 25) em formas retilíneas, horizontais e verticais, definidas e simples (imagem 26). Essa idéia surgiu a partir da observação das árvores. Ele percebeu que a forma vertical e retilínea da árvore, ou de outras estruturas apresentadas pela natureza, se opunha à linha do horizonte. A partir de então, passou a simplificar as figuras de sua pintura mostrando apenas os traços horizontais e verticais exibidos sutilmente pela natureza.

---

[34] SOTO: a construção da imaterialidade. Disponível em: <http://www.objetosim.com.br/Artes/soto/soto.htm>. Acesso em: 29 ago. 2006.

[35] MATEMÁTICA: mão na forma. Produção Vídeolar S.A . Manaus: MEC, [200?]. 1 DVD do programa TVEscola (DVDEscola, n. 21).

[36] GOODIN, Mel. *Arte abstrata*. São Paulo: Cosac & Naify, 2002, p. 25.

[37] SCHAPIRO, Meyer. *A dimensão humana na pintura abstrata*. São Paulo: Cosac & Naify, 2001, p, 31.

Imagem 24 - MONDRIAN, Piet. *Avond: Red Tree*, 1908. Óleo sobre tela, 70 x 99 cm Gemeentemuseum Den Haag. Disponível em: <http://www.artchive.com/artchive/M/mondrian/mondrian_red_tree.jpg.html>. Acesso em: 01 mai. 2007.

Imagem 25 - MONDRIAN, Piet. *Gray Tree,* 1911. Óleo sobre tela,78.5 x 107.5 cm. Gemeentemuseum Den Haag. Disponível em: <http://www.artchive.com/artchive/M/mondrian/mondrian_gray_tree.jpg.html>. Acesso em: 01 mai. 2007.

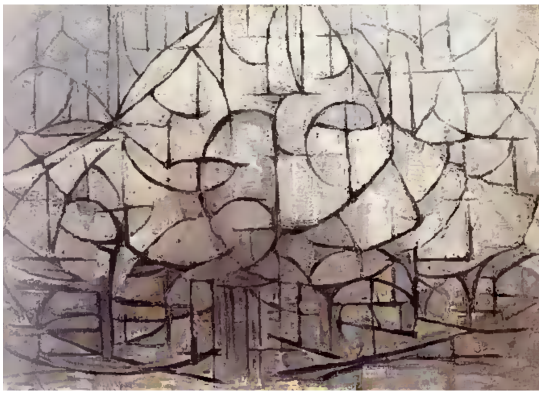


Imagem 26 - MONDRIAN, Piet. *Árvore em flor*, 1912. Óleo sobre tela. Coleção G. J. Nieuwenhuizen Segaar. Disponível em: <http://gotasdagua.blogspot.com/search/label/Piet%20Mondrian>. Acesso em: 01 mai. 2007.

Mondrian delineava linhas horizontais e verticais, pretas e firmes, em fundo branco, formando retângulos de proporções áureas, colorindo apenas com cores primárias. Tornara-se, nas décadas de vinte e trinta, rígido e dogmático e não admitia diagonais em seu trabalho. Com o passar do tempo, começou a usar as barras horizontais e verticais inseridas em telas com forma de losângulo.

4.4.4 A simplicidade da Geometria de Antônio Lizárraga

Argentino radicalizado no Brasil, Antonio Lizárraga compunha obras usando diversas formas de gravação como a gravura em metal, passando pela litogravura, serigrafia e xilogravura até a fotogravura (imagens 27 e 28). Mas na década de oitenta o artista foi acometido por um acidente vascular cerebral que o deixou apenas com poucos movimentos em uma das mãos e com a fala muito debilitada, mas seu raciocínio, criatividade e sensibilidade permaneceram incólumes. Mesmo com a limitação nos movimentos, Lizárraga continuou seu trabalho, mas a partir de então, de cunho puramente geométrico. Como destaca Maria José Spiteri: "O uso das formas geométricas permeou a produção de Lizárraga desde os primeiros tempos de sua carreira, mas somente passou a protagonizar definitivamente suas composições a partir desse momento de mudanças radicais em sua obra." [38]

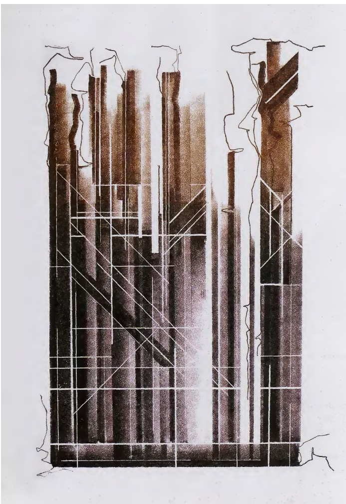


Imagem 27 – LIZÁRRAGA, Antônio. *Cidade*, 1970. Litogravura, prova 4/30, 50 x 35 cm. Coleção do artista. Spiteri, Maria José. Antônio Lizárraga: quadros em quadrados. São Paulo: Edusp, 2004. p. 42

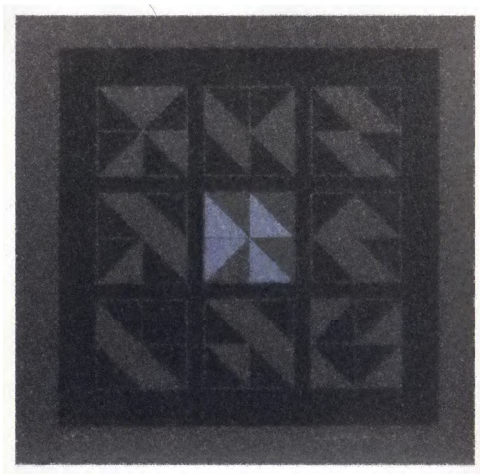


Imagem 28 – LIZÁRRAGA, Antônio. *Sem título*, 1975. Serigrafia, prova 13/25, 39 x 39 cm. Coleção do artista. Ibid., p. 108.

Para dar seguimento a suas obras, ele contou com a ajuda de um assistente, que passou a ser o "elemento de ligação"[39] entre seus pensamentos e a tela. Seus projetos, com precisão calculada, são preparados em escala numa folha milimetrada. O artista dita todas as demarcações que devem ser feitas, assim como o suporte a ser usado, as tintas, as cores, a espessura dos riscos na tela, entre outras coisas, pois o trabalho deve ficar exatamente como ele imaginou.

Imagem 29 – Processo de pintura feito pela auxiliar do artista. Ibid., p. 108.

---

[38] SPITERI, Maria José. *Antônio Lizárraga*: quadros em quadrados. São Paulo: Edusp, 2004, p. 156.
[39] Ibid., 2004, p. 76.

4.4.5 A Matemática oculta de Waldemar Cordeiro

Waldemar Cordeiro, artista de vanguarda, em parceria com o físico Giorgio Moscati, produziu algumas obras a partir de funções derivadas. Em suas pesquisas na área da computação, descobriu que a derivada de uma função resulta em outra função que guarda as propriedades da função original. Então, com o auxílio do computador, eles derivaram uma imagem sobre o dia dos namorados e a derivada resultante se assemelhava à imagem original em vários tons claros e escuros [m]. A partir dessa imagem capturaram, ainda, a segunda e terceira derivadas, dando origem à obra intitulada "Derivadas de uma Imagem "[40]

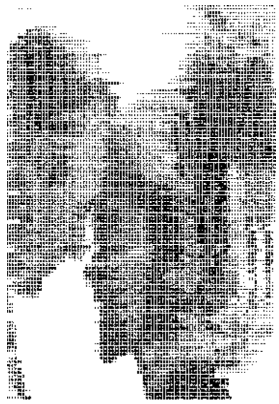


Imagem 30 - CORDEIRO, Waldemar e MOSCATI, Giorgio, *Derivadas de uma Imagem*, 1969. Transformação em grau zero, press out put, 47 x 34,5 cm. Coleção Família Cordeiro. Disponível em: <http://www.visgraf.impa.br/Gallery/waldemar/obras/deriv.htm>. Acesso em: 01 mai. 2007.

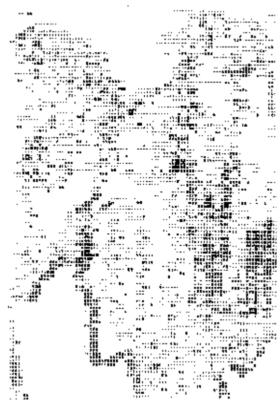


Imagem 31 - CORDEIRO, Waldemar e MOSCATI, Giorgio, *Derivadas de uma Imagem*, 1969. Transformação em grau 1, press out put, 47 x 34,5 cm. Coleção Família Cordeiro. Ibid., Acesso em: 01 mai. 2007.

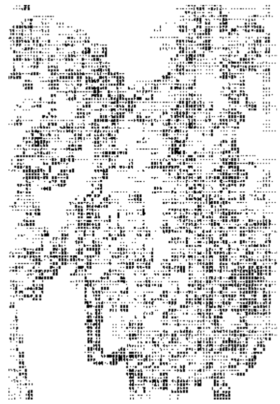


Imagem 32 - CORDEIRO, Waldemar e MOSCATI, Giorgio, *Derivadas de uma Imagem*, 1969. Transformação em grau 2, press out put, 47 x 34,5 cm. Coleção Família Cordeiro. Ibid., Acesso em: 01 mai. 2007.

Waldemar Cordeiro sempre teve intimidade com os conceitos matemáticos. Artista concreto, formou um grupo chamado Ruptura, o qual incentivava, veementemente, o trabalho na Arte Concreta.

O termo *Arte Concreta* surgiu em meados da segunda década do século XX. Após a Segunda Guerra, o Concretismo ganha mais força e passa a ser diretamente fundamentado em conceitos matemáticos. Baseado neles foi que Cordeiro compôs muitas de suas obras. Nas imagens das obras abaixo, percebe-se a Matemática interna envolvida na criação das obras desse artista.

---

[m] As justificativas para a alusão ao termo *derivada* estão no relato (em anexo) de Giorgio Moscati sobre o trabalho realizado com Cordeiro.

[40] MOSCATI, Giorgio. *Waldemar Cordeiro e o uso do computador*: depoimento sobre uma experiência pioneira. Rio de Janeiro, IMPA, 1993. Disponível em: <http://www.visgraf.impa.br/Gallery/waldemar/moscati/moscati.htm>. Acesso em: 22 jan. 2007.

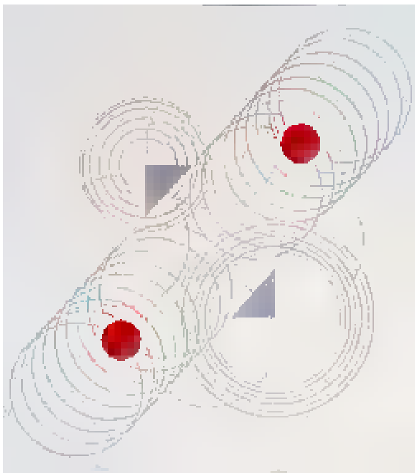


Imagem 34 - Cordeiro, Waldemar. *Sem título,* 1950. Esmalte sobre compensado, 42x38 cm. Coleção Família Cordeiro, SP. Nunes, Fabrício Vaz. Waldemar Cordeiro: da arte concreta ao "popcreto". 2004. 220 f. Dissertação (Mestrado em Historia da Arte e da Cultura) - Instituto de Filosofia e ciências Humanas, UNICAMP, São Paulo, 2004. p. 81

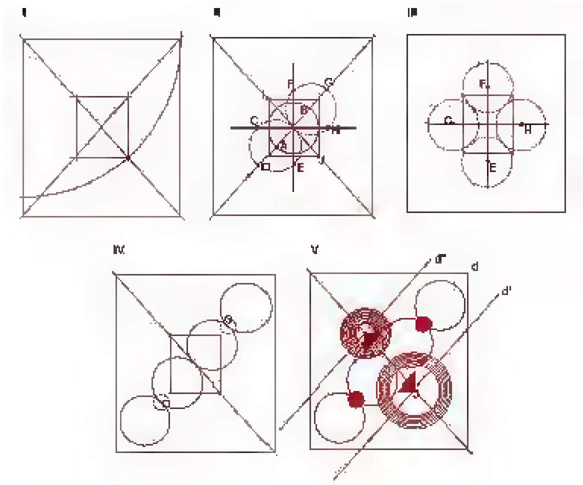


Imagem 35 - Análise geométrica ilustrando a lógica das relações internas que formam a composição da obra. Nunes, Fabrício, loc. cit.

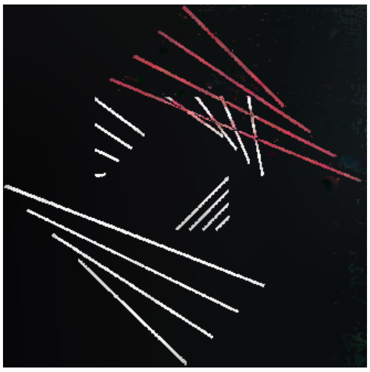


Imagem 36 - Cordeiro, Waldemar. *Idéia visível,* 1957. Óleo sobre madeira, 54x54 cm. Coleção particular. Nunes, Fabrício, op. Cit., p. 92.

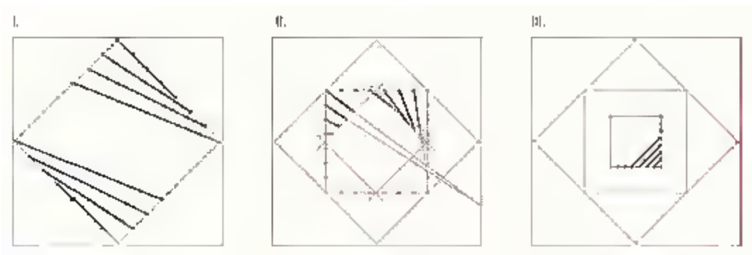


Imagem 37 - Análise geométrica. Nunes, Fabrício, loc. cit.

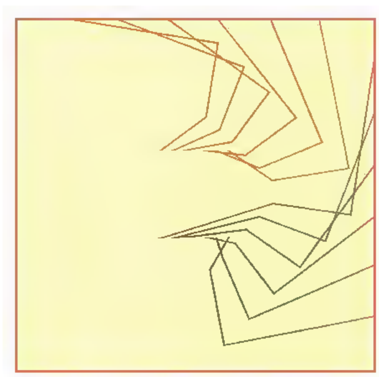


Imagem 38 - Cordeiro, Waldemar. *Idéia Visível,* 1957. Tinta e massa sobre compensado, 100x100 cm. Pinacoteca do Estado, SP. Nunes, Fabrício, op. cit., p. 91.

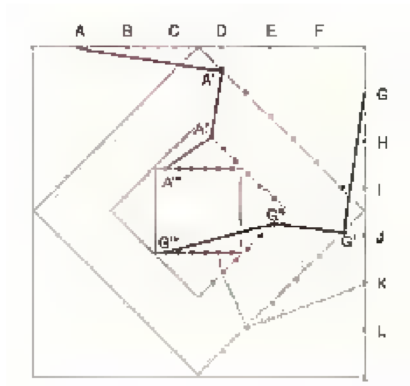


Imagem 39 - Análise geométrica. Nunes, Fabrício, loc. cit.

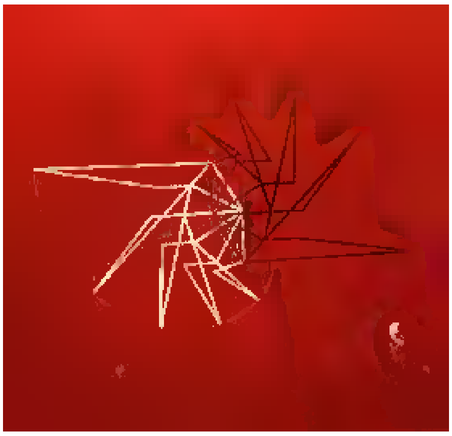


Imagem 40 - CORDEIRO, Waldemar. *Sem título*, 1951. Esmalte sobre eucatex, 50x50 cm. Coleção Família Cordeiro, SP. Nunes, Fabrício, op. cit., p.88

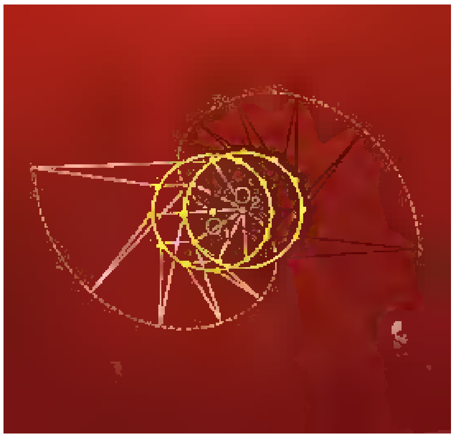


Imagem 41 - Análise geométrica. Nunes, Fabrício, loc. cit.

Imagem 42 - CORDEIRO, Waldemar. *Movimento ruptura*, 1952. Esmalte sobre eucatex, 51x51 cm. Coleção Família Cordeiro, SP. Nunes, Fabrício, op. cit., p. 83.

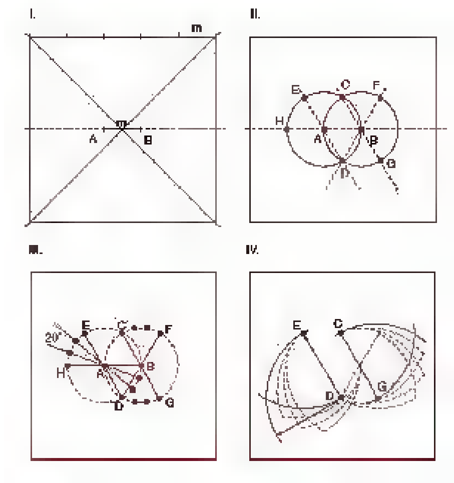


Imagem 43 - Análise geométrica. Nunes, Fabrício, loc. cit.

Por meio desses trabalhos, percebe-se o respeito e a importância que Cordeiro confere aos conceitos matemáticos. Cada composição é um exercício de Matemática e Geometria, no qual ele usa uma série de relações minuciosamente calculadas. O raciocínio matemático está presente em todos os aspectos da obra, desde a escolha das dimensões do suporte até os esquemas numericamente precisos[n].

[n] A analise referente às obras e os esquemas apresentados, podem ser encontrados na dissertação de mestrado de Fabrício Vaz Nunes, da qual foram retiradas as imagens acima. NUNES, Fabrício Vaz. *Waldemar Cordeiro*: da arte concreta ao "popcreto". 2004. 220 f. Dissertação (Mestrado em Historia da Arte e da Cultura) - Instituto de Filosofia e ciências Humanas, UNICAMP, São Paulo, 2004. Disponível em: <http://libdigi.unicamp.br/document/?code=vtls000322212>. Acesso em: 01 mai. 2007

4.4.6 Maurits Cornelis Escher e as complexas malhas geométricas

Maurits Cornelis Escher, artista holandês, viveu à margem da vida artística da Europa. Seu trabalho era diferente de tudo que já se vira antes e, assim, não podia ser enquadrado nas tendências artística da época. Em contrapartida, os geômetras eram fascinados pela obra deste artista, pois nela estavam envolvidos cálculos matemáticos bastante intrincados. Escher construiu algumas de suas gravuras apoiado em estruturas e conceitos matemáticos como os sólidos platônicos, o infinito, a perspectiva, as simetrias, as rotações e as translações. Muitas de suas gravuras servem até hoje de base para estudos matemáticos no mundo inteiro.

Nesta pesquisa, me detive em trabalhar as divisões regulares do plano, que, para Escher, tornara-se um tabu por mais de uma década. Bruno Ernest[41] conta que a compreensão dos movimentos ocultos nos mosaicos mouros surgiu depois de sua segunda visita a Alhambra, na Espanha. Depois dele e sua esposa passarem dias copiando os ornamentos mouros, regressou e, em seu atelier, deu início a um longo período de estudos. A pesar de não ter compreendido os livros que lera sobre o assunto, investigou profundamente os esboços copiados em Alhambra e finalmente desvendou os mistérios matemáticos envolvidos naqueles ornamentos. Então, aplicando múltiplas translações e rotações em variados eixos de simetria, Escher foi muito além das malhas geométricas tradicionais. Substituiu as formas geométricas estanques por pássaros, peixes, lagartos, borboletas, entre outros, levando-os, mais tarde, ao infinito, como mostram as imagens abaixo.

Imagem 44 - ESCHER, ESCHER, Maurits. *Lion*, 1926-27. Lápis, tinta e hidrocor, imagem 24,8 x 33 cm, berço 27 x 35,2 cm. Ibid., p. 116.

Imagem 45 - ESCHER, Maurits. Ensaio para um painel com peixes, 1940. Hidrocor e guache, 54,8 x 66,5 cm, escala 1:2. Ibid., p. 267.

[41] ERNEST, Bruno. *O espelho mágico de M. C. Escher*. Berlin: Taschen, 1991, p. 35 – 41.

Imagem 46 - ESCHER, Maurits. *Weightlifter*, 1936. Lápis e hidrocor, imagem 33,1 x 24,3 cm, berço 35,7 x 27,2 cm. Schattschneider, Doris. Visions of symmtry: notebooks, periodic drawings, and related work of M.C. Escher. New York: W. H. Freman and Company: 1999. p. 117.

Imagem 47 - ESCHER, Maurits. *Chinese boy*, 1936. Tinta da Índia, lápis e hidrocor, imagem 33,1 x 24,3 cm, berço 35,8 x 27 cm. Ibid., p. 118.

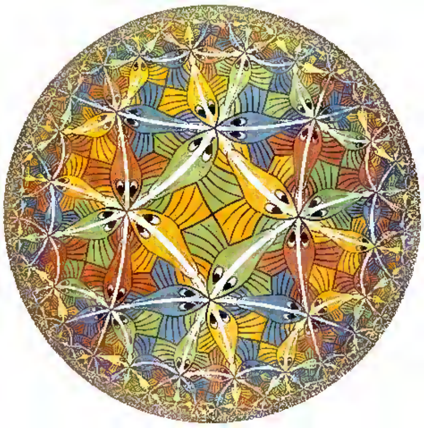


Imagem 48 - ESCHER, Maurits. *Limite circular III*, 1959. Xilogravura, 41,5 cm de diâmetro. Ernest, Bruno. O espelho mágico de M. C. Escher. Berlin: Taschen, 1991 p. 109.

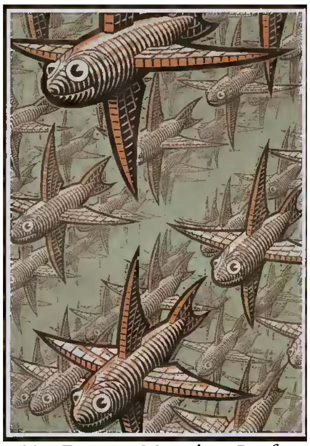


Imagem 49 - ESCHER, Maurits. *Profundidade*, 1955. Xilogravura. Ibid., p. 45.

Esta breve consideração histórica revela um justo e contínuo entrosamento entre a Matemática e a Arte, e é nele que apóio este trabalho. Sendo assim, acredito que uma coesão entre as disciplinas proporcionará uma compreensão mais crítica do mundo visual-cultural em que os estudantes estão mergulhados.

4.5 A Importância do Novo

Anteriormente, tracei um sucinto perfil dos problemas enfrentados pela Matemática e pela Arte em relação à educação escolar. Ambas, de certa forma, sofrem com o descaso: a Arte é desvalorizada como disciplina pelas instituições mantenedoras, e a Matemática é supervalorizada por seus porta-vozes que, por vezes, não oferecem a orientação adequada a seus alunos e educação como um todo. Em qualquer das situações, os prejudicados serão sempre os alunos. Logo, considerar outros caminhos refletindo e ponderando suas possibilidades pode levar-nos a conhecer e compreender territórios que nos são incógnitos e, quem sabe, consiga-se encontrar, em cada um de nós, um educador melhor, e não o melhor educador.

4.5.1 Escola e professor

Para Libâneo, a escola dos sonhos é aquela que possibilita uma educação cultural e científica para a vida pessoal de cada estudante, possibilitando uma autonomia e um pensamento inovador a todos que por ela passam[42].

Como vimos anteriormente, algumas práticas pedagógicas ainda estão firmadas na idéia de que o aluno adquire conhecimento por meio de padrões repetitivos, relegando o ensino ao material informativo do livro didático e à simples apresentação verbal de conteúdos que estão desvinculados dos saberes trazidos pelos alunos. Essa prática mostra-se ineficaz para manter o interesse dos alunos em ampliar seus conhecimentos, tornando-os distantes e indiferentes aos assuntos abordados na escola.

Segundo Delval[43], a aprendizagem ocorre em todo o meio de convivência do ser humano, reservando à escola a incumbência de informar sobre os estudos desenvolvidos e acumulados ao longo do tempo, como a leitura, a escrita, a aritmética e os conhecimentos científicos mais simples. Deste modo, o conhecimento do mundo físico é alcançado por meio de um estreito relacionamento entre o homem e a sociedade na qual está inserido, sendo a partir dela que este dá os primeiros passos, conhece outros indivíduos e aprende, com eles, as regras básicas da convivência.

---

[42] LIBÂNEO, José C. *Adeus professor, adeus professora?* Novas exigências educacionais e profissão docente. 7 ed. São Paulo: Cortez, 2003, p. 7.

[43] DELVAL, Juan. *Aprender na vida e aprender na escola*. Porto Alegre: ArtMed, 2001, p.56 - 58.

Assim, no esforço de transmitir uma grande quantidade de informações e valores, o professor esquece que é o mediador entre a aprendizagem dos alunos e o objeto de conhecimento. Nesse sentido, Novaski diz:

> Proponho-me explorar isso, dizendo simplesmente que quando duas pessoas se encontram, há um mútuo "levar de um lugar para outro": o meu interlocutor me leva para sua perspectiva, eu o trago para a minha, e assim o conteúdo da nossa conversa vai se acumulando de informações enriquecedoras[44].

Com efeito, os assuntos de interesse dos alunos poderiam ter destaque, o que normalmente não acontece. Valorizar seus interesses, suas vivências e seus potenciais cognitivos aumenta-lhes a auto-estima, promovendo a autonomia e o crescimento pessoal. O que precisa ter-se em mente é que todos os saberes que o aluno necessita ter ao longo de sua vida escolar poderiam ser explorados por ele mesmo, por meio da pesquisa e do estímulo de sua capacidade de discernir o que é adequado para um dado momento, com a intermediação do professor. Argumento ratificado por Sacristán:

> Os conteúdos compreendem todas as aprendizagens que os alunos/as devem alcançar para progredir nas direções que marcam os fins da educação numa etapa de escolarização, em qualquer área ou fora delas, e para tal é necessário estimular comportamentos, adquirir valores, atitudes e habilidades de pensamento, além de conhecimento.[45]

No entanto, essa mudança requer uma inovação nos procedimentos didático-pedagógicos, não apenas do professor, mas também da escola como instituição de ensino. Necessita-se traçar um perfil dos estudantes que a freqüentam, conhecer seus anseios e suas aspirações. Carece-se buscar novas estratégias de ensino, de maneira que os alunos possam aprender a pensar ou a aprender a aprender. Mas isso requer uma reestruturação física da escola e uma versatilidade intelectual por parte do professor, já que este precisa estar disposto a aprender a aprender, caso contrário será "incapaz de ajudar"[46] os estudantes a desenvolver suas competências cognitivas.

---

[44] NOVASKI, Augusto J. Crema. Sala de aula: uma aprendizagem do humano. In: MORAES, Regis. *A sala de aula: que espaço é este?* Campinas, SP: Papirus,1986, p. 11-12.

[45] SACRISTÁN, J. Gimeno. O que são os conteúdos do ensino? In: SACRISTÁN, J. Gimeno e GOMES, A. I. Pérez. *Compreender e transformar o ensino*. Porto Alegre, ArtMed, 1998. p. 150.

[46] LIBÂNEO, op. Cit., p. 36.

4.5.2 Arte-Matemática

"...apesar de não possuir qualquer conhecimento ou treino nas ciências exatas, sinto muitas vezes que tenho mais em comum com os matemáticos do que com os meus colegas artistas..."[47]
Maurits Cornelis Escher

Atualmente, a maioria das informações são transmitidas por meio de imagens. Logo, somos predominantemente seres visuais. São filmes, painéis, propaganda, histórias em quadrinhos, desenhos animados e inúmeras outras informações que são visualmente lançadas em nossas mentes.

Em contraponto, eu ainda levo para as aulas de Matemática muitos números, símbolos, definições para decorar e muita conversa. Muitas vezes, a única imagem que levo é a de um monstro assustador, possuidor de centenas de letrinhas esquisitas grudadas em seu corpo viscoso. Suas vítimas são, diariamente, interpeladas por enigmas indecifráveis sobre um amontoado de palavras e letras que não fazem o menor sentido. Entretanto, se "oitenta por cento"[48] dos estímulos que recebemos são visuais, por que as minhas aulas de Matemática são quase sempre orais, ou reproduções infindáveis dos exercícios do livro didático? Pois bem, é por intermédio da Arte que proponho mergulhar as aulas de Matemática no mundo da informação visual.

O ato criador faz parte das diversas áreas do conhecimento e, retomando o breve contexto histórico em que vimos, é fácil percebê-lo na trajetória da Arte e da Matemática ao longo do tempo. Ambas se desenvolveram da mimese oriunda da contemplação da natureza. E mais tarde, inseriram-se, nessas reproduções, idéias muito pessoais que revolucionaram épocas, marcando profundamente a história da humanidade. Por fim, foram extraídas as formas miméticas que expunham o objeto, transformando o que estava sendo estudado, ciência ou arte, em pura abstração.

Vimos, também, que houve muitas mudanças no ensino da Arte-Educação. Respaldada pela argüição de Kehrwald[49], parte da nossa geração estudou Arte por meio de atividades baseadas no fazer artístico, na maioria das vezes desvinculada da trajetória artística do mundo. Assim, aprendemos Arte sem conhecer Arte. Tornamo-nos

---

[47] ESCHER e a Matemática, 2001. Disponível em: <http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/opombo/seminario/escher/escher1.html>. Aceso em: 16 fev. 2007

[48] BOSI, Alfredo. Fenomenologia do olhar. In: NOVAES, Adauto (Org.). *O Olhar*. São Paulo: Companhia das Letras, 1988, p. 65.

[49] KEHRWALD, ISABEL P. Ler e Escrever em Artes Visuais. In: NEVES, Iara Conceição Bitencourt et all. (Org). *Ler e Escrever Compromisso de Todas as Áreas*. Porto Alegre: UFRGS, 1999.

adultos competentes em áreas profissionais distintas, mas muitos não fazem idéia do que seja a Arte e o que ela é capaz de desenvolver no ser humano.

A Arte, atualmente, é um dos elementos mais importantes do acervo simbólico da humanidade. Desse modo, por possuir essa bagagem cultural, ela pode tornar visíveis as imagens da Matemática, mostrando as infinitas possibilidades na combinação de cores, traços e formas, desenvolvidas ao longo dos séculos. Para tanto, faz-se necessário o ingresso das imagens na sala de aula e o retorno do pensamento geométrico que foi abandonado em "favor do pensamento algébrico" [50], que hoje não passa de "mecanismos de manipulação algébrica"[51].

Ao traçar os paralelos entre a Matemática e a Arte, percebe-se que o homem produziu, consciente ou inconscientemente, Arte e Matemática em uma harmônica e sutil cumplicidade. E sobre esse pacto há uma passagem, bem curiosa, em um conto do livro de Malba Tahan:

> Asad-Abu-Carib, rei do Iémen, [...], sonhou que encontrara sete jovens que caminhavam por uma estrada. Em certo momento, vencidas pela fadiga e pela sede, as jovens pararam sob o sol causticante do deserto. Surgiu, nesse momento, uma formosa princesa que se aproximou das peregrinas, trazendo-lhes um grande cântaro cheio de água pura e fresca. A bondosa princesa saciou a sede que torturava as jovens, e estas, reanimadas, puderam reiniciar a jornada interrompida. Ao despertar, [...], determinou Asad-Abu-Carib que viesse à sua presença um astrólogo famoso, chamado Sanib, e consultou-o sobre a significação daquela cena [...]. Disse Sanib, o astrólogo: "Senhor! As sete jovens que caminhavam pela estrada eram as artes divinas e as ciências humanas: a Pintura, a Música, a Escultura, a Arquitetura, a Retórica, a Dialética e a Filosofia. A princesa prestativa que as socorreu simboliza a grande prodigiosa Matemática." "Sem o auxílio da Matemática - prosseguiu o sábio - as artes não podem progredir e todas as outras ciências perecem."[52]

Mediante as considerações expostas, acredito ser possível a elaboração de uma prática pedagógica que contemple as exigências da Matemática e da Arte-Educação.

Barbosa[53] destaca que para o processo de aprendizagem em Arte ser satisfatório é imperativo considerar alguns aspectos para o desenvolvimento de uma prática aceitável. Começando-se com a apreciação da imagem e relacionando-a a sua contextualização histórica, podendo-se situá-la no tempo e no espaço, enfatizando fatos de diversas áreas ocorridos no período. Desenvolver a técnica usada na obra a partir de

---

[50] Búrigo, Elisabete Zardo. Para que ensinar e aprender geometria no ensino fundamental? Um exercício de reflexão sobre o currículo. In: Filipouski, Ana Mariza Ribeiro et all (Org.) *Teorias e Fazeres na escola em mudança.* Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2005, p. 244.

[51] Búrigo, Elisabete Zardo, loc. cit.

[52] Tahan, Malba. *O homem que calculava.* 52. Ed. Rio de Janeiro: Record, 2000, p. 59.

[53] Barbosa, Ana Mae. As mutações do conceito e da prática. In: Barbosa, Ana M. (Org.) *Inquietações e mudanças no ensino da Arte.* 2. ed. São Paulo: Cortez, 2003.

sua interpretação torna possível sua desconstrução e reconstrução[o] de acordo com a concepção idealizada pelo estudante. Todo esse exame se refere à *leitura visual*, não bastando apreciar e expor formas, linhas, cores, volumes e equilíbrio, pois é necessário ter uma compreensão eficaz da obra. Cada pessoa precisa buscar na imagem o significado dessas particularidades para si, considerando e analisando seu *contexto histórico*. Assim, desconstruí-la seria compreendê-la técnica e historicamente, e reconstruí-la envolve compreender-se em meio à sociedade atual. Assim, integrando essas percepções à nova obra, é possível conceber a releitura da antiga imagem, efetivando o *fazer artístico*.

Em relação ao ensino e à aprendizagem da Matemática, Elisabete Búrigo propõe o retorno do pensamento geométrico à sala de aula do Ensino Fundamental. E como motivação, sugere uma reflexão em torno de alguns pontos. Inicialmente, torna-se necessária a valorização da Geometria em seu aspecto histórico, trazendo para o currículo escolar seu desenvolvimento ao longo da história. O segundo ponto é o aperfeiçoamento das habilidades motoras e mentais, como as "de classificar, comparar e operar com figuras planas ou tridimensionais, estabelecendo relações de congruência, semelhança, eqüidecomponibilidade."[54] O terceiro ponto está na existência da possibilidade de representar conceitos aritméticos ou algébricos por intermédio de elementos geométricos. O quarto ponto é o subsídio dado pela geometria ao desenvolvimento do pensamento dedutivo, motivando a habilidade de argumentação. Por último, aponta a presença dos conceitos geométricos em diversas atividades profissionais, expressando um conhecimento não formal desenvolvido por sua prática diária. Nesta reflexão, nota-se que o trabalho com a Geometria pode estabelecer relações diretas com o mundo físico. Assim, abstraindo características peculiares do real, pode-se concentrar apenas "nas formas, nas grandezas e nos movimentos"[55].

Confrontando os argumentos acima, nota-se que foram estabelecidos parâmetros semelhantes para o ensino e a aprendizagem da Arte e da Matemática. Portanto, observa-se a possibilidade de organizar atividades que contemplem todas as prerrogativas citadas, permitindo o desenvolvimento da sensibilidade e de um raciocínio lógico-crítico, o que contribuiria para o crescimento sócio-cultural do homem.

O mundo evolui em uma unidade equilibrada e se algo perturba esse equilíbrio, imediatamente tem início uma ação natural que reage para restabelecê-lo. Há o exemplo do efeito estufa, no qual a natureza está se reorganizando para restaurar o

---

[o] Refiro-me ao fazer artístico, ou seja, ao desenvolvimento de criações artísticas que mostrem uma trajetória pessoal e singular do aluno no plano das Artes.

[54] BÚRIGO, op. cit., p. 245.

[55] BÚRIGO, Elisabete Zardo, loc. cit..

equilíbrio que, diariamente, ajudamos a desfazer. Assim, para cada ação praticada há a necessidade de uma análise do contexto histórico na qual ela será praticada. É importante mensurar onde e quais dimensões espaciais serão mais adequadas para a ocorrência dessa ação, pois, por mais insignificante que ela seja, ficará marcada no tempo. Logo, para que a ação aconteça é preciso fazer uso de muitos registros mentais prévios, que abrangem todas as áreas do conhecimento. Requer, ainda, concentração e a organização cuidadosa das idéias, mesmo que a ação seja o simples ato de colocar um pé diante do outro. Então, para dar um simples passo, recorre-se, inconscientemente, a lembranças anteriores. Acredito que seria, também, coerente partir dos conhecimentos prévios, adquiridos a partir do meio sócio-cultural, para apreender as informações sobre assuntos mais específicos. Mas, enquanto os muros criados para separar as diversas áreas do conhecimento não forem derrubados, deter-me-ei em dissecar a Arte e a Matemática.

5 O PROCESSO PARA A VIAGEM

Traçar uma abordagem metodológica para uma pesquisa em áreas distintas, mas com inúmeras tangências, não parece muito simples. Segundo Zamboni[56], a área das ciências exatas possui inúmeros modelos metodológicos que se distinguem entre si. As Artes não possuem modelos, mas são passíveis de uma organização de conceitos para a formulação de uma metodologia que seja adequada a ela. Equilibrar-se nesta tênue linha que separa a Matemática da Arte passa a ser a harmonia desse enlace.

A pesquisa em questão é orientada por uma abordagem naturalística construtiva qualitativa em que os estudantes do Ensino Fundamental formam o centro de interesse da ação e da coleta de dados. A ação em questão busca no enlace da Matemática com a Arte uma forma mais ativa e aprazível de inserir os alunos no mundo das definições e conceitos matemáticos, envolvendo o educar pela pesquisa. A concretização dessa prática possibilita uma desmistificação da Matemática como uma disciplina complexa, principalmente, no contesto de quinta e sexta séries. Para tanto, parto do conhecimento prévio dos alunos, que envolve as demais disciplinas escolares, relacionando-o com os conceitos das disciplinas de Matemática e Artes.

Os sujeitos da pesquisa são estudantes do Ensino Fundamental de uma escola pública do município de Viamão, envolvendo turmas de quinta, sexta, e oitava séries, com idades que variam, respectivamente, entre 09 e 17 anos. Entretanto, o trabalho foi desenvolvido durante o ano letivo de 2006 em uma turma de quinta e uma turma de sexta séries; as demais foram submetidas a atividades esporádicas.

As aulas foram organizadas de forma que os alunos pudessem ter acesso a imagens de obras de Arte, resgatando sua construção por meio de uma leitura que envolveu os fatores intimistas do artista e os fatores históricos em que a obra está inserida bem como a sua desconstrução. A coleta de dados e de informações foi registrada em relatórios das aulas, em comentários feitos por alunos, em trabalhos escritos, em entrevistas e em desenhos.

Essas informações foram avaliadas a partir da análise textual seguindo as etapas que envolveram a unitarização, a categorização e a reestruturação textual das principais idéias recolhidas.

Na unitarização foram destacadas as unidades mais significativas encontradas nos textos e argumentações dos alunos. Na categorização, as unidades foram agrupadas

---

[56] ZAMBONI, Silvio. *A pesquisa em Arte*: um paralelo entre arte e ciência. 2 ed. Campinas: Autores Associados, 2001, p. 48-49.

por semelhança em categorias, reunindo as principais idéias extraídas dos dados recolhidos, e em seguida essas idéias foram rearranjadas de maneira a formar um texto, no qual são expostas, coerentemente, todas as informações constates em cada categoria. Essa produção representa o entendimento do processo analisado, implicando a viabilidade desta prática em sala de aula[57].

[57] MORAES, Roque. Analise de conteúdo, *Educação*, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7- 32, mar. 1999.

6 Tempestades e Calmarias da Viagem

Trevisan[58] constata que examinando o ensino brasileiro é possível perceber os prejuízos ocasionados por políticas educacionais que inviabilizaram o aprimoramento de competências e habilidades intelectuais, sobretudo no que concerne à elaboração de análises e formulação de conceitos. A possibilidade de qualificar o ensino depende da implementação de uma educação para o pensar analítico e criativo no currículo, que auxilie o aluno a decodificar e manipular informações. Acredita que uma apreciação das implicações causadas por esses problemas, principalmente no que diz respeito à falta de hábito de leitura nas escolas, possibilite uma melhoria na formação do profissional da educação e, conseqüentemente, na sua prática pedagógica.

6.1 O Reconhecimento do Navio e sua Tripulação

Na escola onde desenvolvi a pesquisa, a disciplina de Matemática é separada em duas áreas: Geometria, com dois períodos semanais, e Aritmética/Álgebra, com três períodos semanais, sendo que a professora da série deveria trabalhar com as duas áreas concomitantemente, o que nunca ocorreu. A divisão foi feita para que a Geometria pudesse completar as lacunas deixadas pela Aritmética e pela Álgebra, tornando a Matemática menos abstrata para os jovens estudantes da escola, fato que não ocorria. A professora anterior a mim não tinha formação superior e não estava familiarizada com as definições mais elaboradas da disciplina, e a outra regente não trabalhava com Geometria. Então, em 2006 foi consolidada a divisão: os Estudos de Geometria ficariam sob minha responsabilidade, e Estudos Aritméticos e Algébricos, com uma colega de área.

Meu desafio principal era trabalhar em dois períodos semanais com a leitura de obras de Arte e, a partir dos esboços oriundos dela, introduzir conceitos matemáticos de forma menos assustadora. Para dar início ao trabalho, precisava que os alunos se familiarizassem com a história da Matemática e da Arte, e que conhecessem alguns artistas que trabalharam diretamente com a Matemática em diversos períodos da

[58] Trevisan, Amarildo Luiz. *Pedagogia das imagens culturais*: da formação cultural à formação da opinião pública. Ijuí: Ed. Unijuí, 2002. 215 p.

história. Essa familiaridade dependia diretamente da destreza no ler. Foi onde descobri que estava envolta em uma grande tempestade, não havendo indícios de calmaria.

6.2 Nesta Viagem, os Mares do Ler Deixam de Ser uma Lenda

Por mais óbvio que pareça, foi trabalhando nesta pesquisa que descobri a real importância da leitura para os alunos do Ensino Fundamental. Conversando com uma professora do Currículo por Atividade (CAt) sobre a pouca desenvoltura em relação à leitura e à interpretação por parte dos alunos da quinta série, ela, olhando a lista de chamada e sem me deixar concluir o raciocínio, disse: "Mas as crianças desta turma lêem muito bem, elas não demoram a organizar as sílabas para leitura, inclusive de palavra difíceis". Encerrei o assunto e fui procurar o significado da palavra *ler*, pois sempre acreditei que agrupar letras não era o suficiente. Encontrei o seguinte: "Ler, vb. Percorrer com a vista e interpretar o que está escrito, recitar, prelecionar, lecionar. (...)"[59]. Diante desse problema, resolvi ler mais e trabalhar a *leitura* e a *interpretação*, com a concordância da regente da disciplina de Língua Portuguesa.

Mas o conceito de leitura não fica apenas nas palavras, segundo Kehrwald. Podemos ampliá-lo para um "processo de decodificação e compreensão de expressões formais e simbólicas que envolvem tanto componentes sensoriais, emocionais, intelectuais, neurológicos, quanto culturais e econômicos"[60]. Processo bem exemplificado por Freire no texto "A importância do ato de ler", no qual ele revive, re-cria e re-lê sua vida desde a infância, mostrando que a primeira leitura que fazemos é a leitura do mundo, e segue:

> Desde muito pequenos aprendemos a entender o mundo que nos rodeia. Por isso, antes mesmo de aprender a ler e escrever palavras e frases, já estamos "lendo", bem ou mal, o mundo que nos cerca. Mas este conhecimento que ganhamos não basta. Precisamos ir além dele. Precisamos de conhecer melhor as coisas que já conhecemos e conhecer outras que ainda não conhecemos[61].

---

[59] CUNHA, Antonio G.. *Dicionário Etimológico Nova Fronteira da Língua Portuguesa*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1986. 946 p.

[60] KEHRWALD, Isabel P.. Ler e Escrever em Artes Visuais. In: NEVES, Iara Conceição Bitencourt et all (Org). *Ler e Escrever Compromisso de Todas as Áreas*. Porto Alegre: Editora da UFRGS, p. 22.

[61] FREIRE, Paulo. *A importância do ato de ler*: em três artigos que completam. 41. Ed. São Paulo: Cortez, 2001, p. 71.

Incorporando essas idéias ao ensino da Matemática e da Arte, é conveniente acrescentar a descrição, a decomposição e a recomposição. Sendo, assim, possível abranger grande parte dos quesitos exigidos pelas duas disciplinas na formação de uma prática mais dinâmica. Torna-se patente a importância do ato de ler para o desenvolvimento das áreas envolvidas nesta pesquisa, bem como em todas as instâncias da vida escolar.

Ao descrever o *Monstro Matemática,* rememorei as atitudes dos meus colegas de aula, da época de estudante, e, hoje, revivo a mesma situação de um outro ponto de vista. As expressões dos meus alunos ao saberem o horário da disciplina não deixam nada a desejar em relação ao passado. E hoje, ainda, vêm acompanhadas, do comentário: *Pra que tantas aulas de Matemática se ela não serve pra nada!?* Ao ouvir comentários assim, resolvi abrir mão de alguns períodos de aula e investir na leitura e interpretação de textos bem estruturados. Para exemplificar a complexidade de alguns contos levados para análise em aula, destaco um trecho do prefácio do livro "Conceitos fundamentais da Matemática", por ilustrar alguns comentários feitos ao longo deste trabalho:

> A Matemática é geralmente considerada como uma ciência à parte, desligada da realidade, vivendo na penumbra do gabinete, um gabinete fechado, onde não entram os ruídos de mundo exterior, nem sol nem os clamores dos homens. Isto, só em parte é verdadeiro.
>
> Sem dúvida a Matemática possui problemas próprios, que não tem ligação imediata com os outros problemas da vida social. Mas não há dúvida também que os seus fundamentos mergulham tanto como os de outro qualquer do ramo da ciência, da vida real; uns e outros encontram a mesma madre.[62]

A maioria das pessoas compreenderia o texto, pois é uma leitura de fácil entendimento. E muitas delas vislumbram o professor de Matemática dentro desse contexto, mas concordariam apenas com o primeiro parágrafo, pois a experiência vivida em relação à disciplina é precisamente esta: *serve somente para ficar trancada em um gabinete*. A Matemática dos matemáticos não está visível, e a história do seu desenvolvimento não é divulgada. A única história da Matemática conhecida em sala de aula é divulgada pelos próprios alunos há gerações, e está muito bem descrita, acima, por Bento Caraça. A impopularidade da disciplina entre os alunos é tal que quando me refiro a alguma das constatações ocorridas na Matemática ao longo da história há sempre alguém que exclama: "Se o cara que inventou tudo isso tivesse vivo, eu o mataria!!" e o que foi proferido a respeito da história da Matemática é imediatamente esquecimento.

[62] CARAÇA, Bento Jesus. *Conceitos fundamentais da Matemática*. Lisboa: Tipografia Matemática, 1958, p. XIII.

Pensar na Matemática como uma ciência alheia ao mundo físico não é atual. A obra de William Blake intitulada Newton, de 1795, ilustra esta afirmativa (imagem 50). O que Blake pensava quando a pintou, jamais saberemos, mas Giulio Carlo Argan[63], historiador e crítico de Arte, fez a seguinte *leitura* dessa obra:

Imagem 50 - BLAKE, William. *Newton*, 1795. Tate Gallery, Londres. Argan, Giulio Carlo. Arte moderna. São Paulo: Companhia das Letras, 1992. p. 35.

> (...), a ciência também tem seus momentos "sublimes", por ser um esforço heróico, ainda que fadado ao fracasso, de conhecer e possuir o real. Evidentemente, Blake não "faz o retrato" de Newton, representa-o simbolicamente como um herói, um titã, talvez um anjo rebelde que se condenou à solidão e inutilmente procura na Matemática uma verdade que está nas coisas, mas que não sabe ou não quer ler. O céu para o qual não olha e se mantêm obscuro para ele, as pedras cheias de variações naturais sobre as quais ignora para traçar figuras geométricas com um compasso. Seu corpo inutilmente vigoroso, (...), dobra-se e fecha-se sobre si mesmo também formando uma figura geométrica. De fato, a mente racional pode apenas se dobrar, repetir-se, renunciar ao vôo até o sol, à comunhão com o universo.

Essa imagem seria compreendida por todas as pessoas que a vissem, mas como *a leitura de uma imagem* é bastante subjetiva, permite infindáveis associações interpretativas. Essas associações dependem diretamente das lembranças, da criatividade, da imaginação e de todas as informações experienciadas pelo homem como ser social. Para haver a manifestação dessas interpretações é imprescindível um olhar atento, a fim de que detalhe algum se perca, partindo de sua descrição e decomposição, para a obtenção de um resultado interpretativo e criativo da imagem.

---

[63] ARGAN, Giulio Carlo. *Arte moderna*. São Paulo: Companhia das Letras, 1992, p. 35.

Logo, foi partindo da necessidade de uma compreensão, por parte dos alunos, de enunciados e textos envolvendo a história da Matemática e da Arte, que iniciei as aulas com um trabalho de leitura e interpretações de textos. Em conseqüência, abarquei uma oficina de produção textual, *Viajando em contos, lendas e mitos*, envolvendo a releitura e elaboração de contos, lendas, mitos, filmes e histórias da literatura fantástica. A produção escrita dos alunos foi publicada semanalmente em um folhetim com o mesmo nome da oficina, e o conjunto final das histórias resultou num livro, feito artesanalmente.

Nas primeiras aulas do ano, com a finalidade de conscientizá-los sobre a importância da leitura e desvendar *os mistérios do dicionário,* procurei deixar claro que a compreensão adequada de enunciados seria imprescindível para o entendimento das informações trazidas pelos professores, independentemente da sua área de atuação. Então, apresentei-os a Mario Quintana, com o texto "Dos Chatos"[64].

Para a compreensão do texto, solicitei uma primeira leitura, uma listagem das palavras desconhecidas e a pesquisa de cada significado no dicionário. Em seguida, cada aluno escolheu uma palavra e expôs seu significado aos colegas. Caso não entendessem, eu ou algum colega intervinha, ajudando-o na explanação. Leu-se novamente o texto, desta vez com mais calma e em voz alta. A cada parágrafo lido, alguém expunha seu entendimento ou suas dúvidas a respeito do parágrafo.

Numa primeira leitura, o texto foi um tanto difícil para faixa etária em questão, mas bastante divertido. Os alunos precisaram seguidamente da minha intervenção, principalmente com o uso do dicionário. Esse trabalho resultou em relatos de várias situações hilárias envolvendo sujeitos conhecidos de cada um. Este primeiro encontro os deixou muito à vontade em relação a mim, amenizando um pouco daquele *ranço* atribuído ao Professor de Matemática. E foi por causa desse trabalho inicial que tive um número considerável de alunos inscritos na oficina de produção literária.

Abri a oficina com dez alunos e, no final de maio, não pude aceitar mais inscrições, pois estava com vinte e cinco crianças e adolescentes ávidos por divertimento. Trabalhamos com a interpretação de filmes, mitos gregos e nórdicos, lendas gaúchas e contos fantásticos. Mas, na verdade, destaco uma lenda escrita por uma aluna de onze anos da 5ª série, participante da oficina. Quando a conheci, percebi uma menina com muita timidez e que, pelos comentários dos outros professores, não se envolvia nas atividades em grupo, nem se destacava nos trabalhos individuais. Desta forma, por seu histórico passivo seria uma forte candidata à reprovação. No entanto,

[64] Quintana, Mario. Dos chatos. 1973. In: Candido, Eduardo. *Alguns textos*. 1999. Disponível em: <http://paginas.terra.com.br/arte/ecandido/textos.htm#ec>. Acessado em: 15 fev. 2007.

para a minha satisfação, ela obteve a aprovação em todas as disciplinas, sem recuperação, e deixou para a oficina o seguinte conto:

> A Lagoa da Sereia, por Karen.
>
> Era uma vez uma lagoa, onde vivia uma sereia chamada Elisabete.
>
> Ela era muito legal e simpática.
>
> Certo dia, três homens tentaram capturar a sereia por puro divertimento. Eles entraram na lagoa e começaram a persegui-la. Com muita esperteza, ela se escondeu na parte mais profunda e escura da lagoa e os despistou. Eles ficaram furiosos por serem enganados por uma sereia e antes de irem embora gritaram – "Nós voltaremos, sua sereia imunda!". E muito assustada, ela pensou: "Acho que nunca vou me livrar deles!".
>
> Dias mais tarde os homens voltaram, e ela cantarolando não percebeu suas presenças. Eles entraram na lagoa e a capturaram, e depois de horas de divertimento a mataram jogando seu corpo de volta na lagoa.
>
> No dia seguinte, os três voltaram à lagoa para pescar. E de repente ouviram uma cantiga que ficava cada vez mais alta, olharam em volta e viram a linda Elisabete, que com o seu canto os levou para as profundezas da lagoa e ninguém nunca mais os viu.
>
> Depois desse dia, homem nenhum se arrisca a pescar na lagoa, e os que passaram lá por perto disseram que existe uma cantiga aterrorizante no ar!

Nesse conto, corrigi apenas alguns erros na ortografia. O grupo de meninas com as quais ela trabalhava na oficina adquiriu o hábito de reler o texto depois de terminado, e com a ajuda do dicionário trocar algumas palavras por sinônimos pomposos, deixando o conto mais assustador.

6.3 O Surgimento do Ponto, da Linha e da Reta

O resgate do vocabulário matemático envolvido no trabalho foi ponto de partida. Todas as pesquisas foram feitas no dicionário ou em enciclopédias, quando era possível retirá-las. Tínhamos uma biblioteca pequena e com poucos recursos. Assim, usamos o dicionário na busca dos significados das palavras. Em seguida, o reformulávamos para chegarmos às definições matemáticas referentes a elas, de maneira que todos pudessem entendê-los.

Comecei com o que, possivelmente, seria o mais simples: os significados de *ponto, linha e reta*. Para Luft, *ponto* no sentido geométrico é o "encontro de duas linhas; figura geométrica sem dimensões", *linha* é uma "figura geométrica resultante do deslocamento de um ponto" e *reta* é uma "linha que segue sempre a mesma direção". É notório que os significados encontrados estão de acordo com as definições encontradas nos livros didáticos. Mas, infelizmente, o vocabulário ainda era problema. Quando eu estava no ensino fundamental, acredito que era na 7ª série, meu professor de Língua Portuguesa disse que um *bom dicionário era o que mostrava uma tartaruga carregando um elefante nas traduções de seus vocábulos, pois ao procurarmos uma palavra encontramos significados que dependem de outros ainda desconhecidos*. Para um estudante que não possui o habito da leitura, era uma tarefa bastante difícil. Muitos não percebiam que estavam com o dicionário nas mãos e que poderiam continuar procurando os significados das palavras.

Depois de esclarecidas todas as dúvidas quanto ao significado das muitas palavras encontradas, ficamos com uma questão, feita por um aluno, sobre a definição de linha: *Como uma linha pode ser feita de vários pontinhos juntos se ponto não possui dimensão?* Fomos, então, pesquisar sobre a *abstração.*

A pesquisa sobre abstração tornou-se um pouco difícil, pois não havia à disposição bibliografia adequada para as idades em questão. Então, busquei na vida de Wassily Kandinsky e nos textos de Davis & Hersh, citados anteriormente, a fundamentação do abstrato para a turma.

O surpreendente foi que ao estudarmos o conceito de abstração por essas duas vias, a compreensão do que é a Arte Abstrata foi notória. No trabalho denominado "Divisão de Classes no Brasil", (trabalho 17), por exemplo, o aluno representa as classes sociais brasileira em um retângulo cortado por uma diagonal. Na parte superior direita ele mostra um aglomerado de figuras arredondadas, representando, em suas palavras, *nós os pobres*. E na parte inferior esquerda novamente as figuras arredondadas, mas com um espaço maior entre elas, representando *os ricos.* Este trabalho deixa claro a percepção de que ao representar algo do mundo físico de modo não figurativo a composição resultante é uma abstração. Ela representa a observação pessoal de um individuo o que nem sempre é compreensível com a visão de quem a observa. E um aluno, com a aprovação dos demais, ao ver a seqüência de imagens a seguir, exclamou: *Bah, Sora, que legal! Dá pra ver direitinho o que o artista estava sentindo, só pelo tipo de risco que ele fez e as cores que usou! Têm umas obras que mostram tristeza, porque o risco é mais forte e de cor escura. E parecem alegres quando usam as cores mais alegres, do tipo amarelo, vermelho, laranja e rosa. Até o risco ficou mais fino. Ou nem tem!*[65].

[65] Leitura feita por um menino de nove anos, 5ª série, ao ver a imagens das obras abstratas Composição VI e Festa de Todos os Santos I, de Wassily Kandinsky, reafirmada por vários de seus colegas.

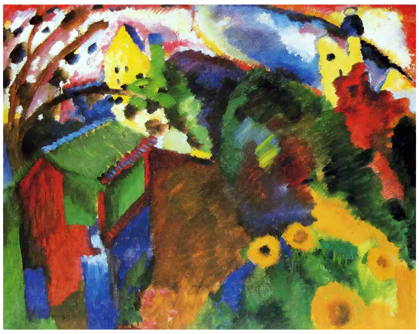


Imagem 51 - KANDINSKY, Wassily. *Murnau*, Jardim I, 1910. Óleo sobre tela, 66 x 82 cm. Städtische Galerie, Munique. Wassily Kandinsky, op. cit., Ilustração 19.

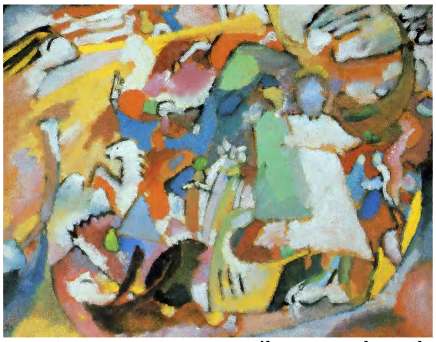


Imagem 52 - KANDINSKY, Wassily. *Festa de Todos os Santos I*, 1911. Óleo sobre tela, 50 x 64,5 cm. Städtische Galerie, Munique. Ibid,. Ilustração 29.

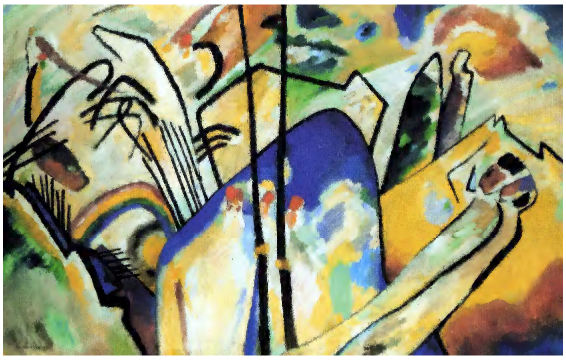


Imagem 53 - KANDINSKY, Wassily. *Composição IV*, 1911. Óleo sobre tela. 159,5 x 250,5 cm. Kunstsammlung Nordrhein-Westfalem, Düsseldorf. Ibid., Ilustração 31.

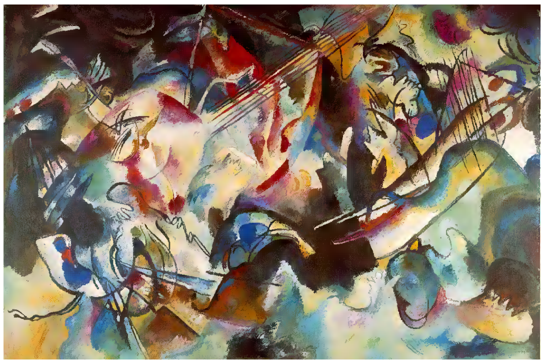


Imagem 54 - KANDINSKY, Wassily. *Composição VI*, 1913. Óleo sobre tela. 195 x 300 cm. Museu de Ermitage São Petesburgo. Dünchting, Hajo, op. cit., p. 50.


Imagem 55 - KANDINSKY, Wassily. *Pontas no Arco*, 1927. Óleo sobre tela.66 x 49 cm. Coleção Particular, Paris. Argan, Giulio Carlo, op. cit., p. 448.

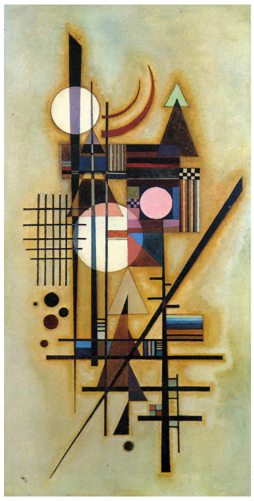


Imagem 56 - KANDINSKY, Wassily. *Rígido e Suave*, 1927. Óleo sobre tela. 100 x 50 cm. The Museum of Fine Arts, Boston. Wassily Kandinsky, op. cit., Ilustração 59.

Conseqüentemente notaram que a abstração Matemática tinha uma idéia semelhante. Uma aluna argumentou o seguinte: *O fato de eu ir à padaria comprar pão não tem nada a ver com a abstração Matemática, ela só começa quando eu confiro o troco. Na minha cabeça aquele dinheiro se transforma em números e esses números junto com a conta que eu fiz é a abstração Matemática! Então a gente faz isso sempre!*

Essa constatação foi o princípio de inúmeras descobertas, inclusive a de que a abstração Matemática também esta inserida no *fato de ir à padaria.* Alguns alunos perceberam nesse argumento a importância da Aritmética na nossa vida diária.

Mas, evidentemente nem tudo eram flores, e esse entendimento não pode ser atribuído aos cinqüenta alunos de 5ª e 6ª séries envolvidos no trabalho. Alguns, normalmente as meninas e os meninos mais velhos, solicitavam que eu fizesse exercícios de Geometria que envolvessem apenas *continhas*[p], porque poderiam terminar com mais rapidez e não precisariam procurar tantas informações nos livros.

A partir daqui, a monotonia de uma aula tradicional de Matemática deu lugar a discussões a respeito do como representar o mundo que viam usando as formas geométricas e de quando começariam a fazê-las. Os alunos já estavam cientes de que para trabalhar com o abstrato geométrico não bastava dispor figuras no papel, era preciso conhecer algumas sutilezas da Geometria, compreender as medidas e aprender a manipular os instrumentos próprios da matéria, para, posteriormente, dispor harmoniosamente um conjunto de figuras geométricas no papel. Na verdade, tínhamos muito a conhecer e descobrir.

6.4 Uma tormenta de Retas Paralelas, Perpendiculares, Concorrentes, Ângulos e Retângulos

Nesse período, muitos alunos já estavam habituados a procurar primeiro e perguntar depois; esse fora nosso trato inicial. Eu sempre antecipava o assunto na aula anterior, e aqueles que possuíam mais recursos procuravam em livros ou revistas algo que exemplificasse ou desse uma idéia sobre o tópico a ser tratado. Nessa etapa, estudamos o posicionamento das retas, o retângulo e os ângulos. Para começar, levei até eles as imagens das obras de Jesus-Rafael Soto e Piet Mondrian, assim, puderam visualizar um feixe de retas paralelas e, também, os ângulos formados pela rotação de uma superfície sobre outra, além dos efeitos visuais causados por elas.

A princípio, a apresentação das imagens do trabalho de Soto tinha como objetivo ajudar os alunos a compreender o que são retas paralelas e aperfeiçoar as habilidades no manuseio das réguas e do compasso. Mas ao verem as imagens abaixo, eles ficaram tão empolgados com o poder ilusório e as sensações causadas por elas, que queriam

[p] Em decorrência desses pedidos, quando conceituei os ângulos e os classifiquei, em aulas bem tradicionais com giz e quadro negro, trabalhamos com as quatro operações básicas.

partir logo para os desenhos. Então, apareceram os primeiros problemas e, conseqüentemente, as discussões.

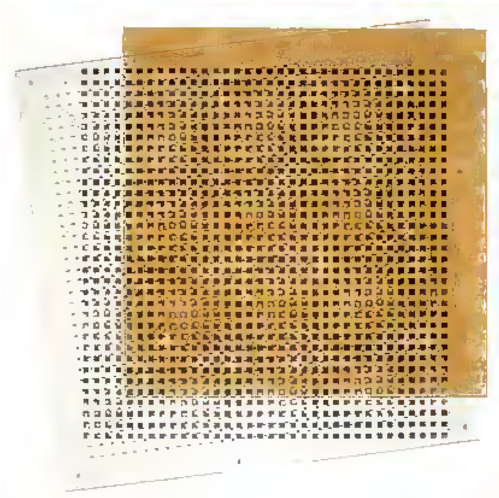


Imagem 57 - Soto, Jesus-Rafael, Metamorfose, 1954. Plexiglás, madeira e esmalte, 100,5 x 100,2 cm. Fundación Museo de Arte Moderno Jesús Soto. Venâncio Filho, Paulo, op. cit., p.8.

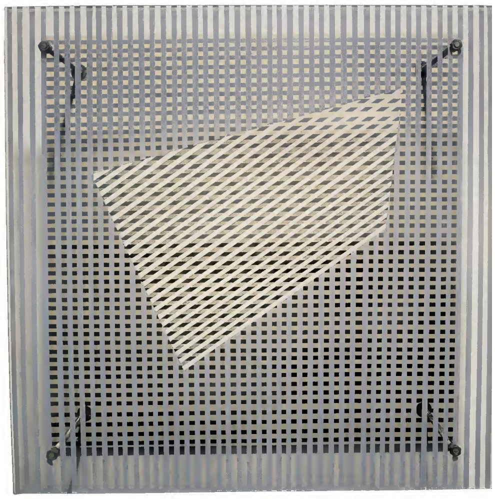


Imagem 58 - SOTO, Jesus-Rafael, *Trapézio*, 1955. Plexiglás, madeira, metal e esmalte, 60 x 60 x 22 cm. Fundación Museo de Arte Moderno Jesús Soto. Ibid., p.51.

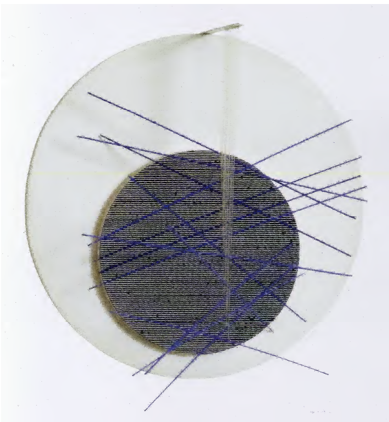


Imagem 59 - Soto, Jesus-Rafael, Vibração sobre circulo azul e preto, 1969. Madeira, metal, nylon e pintura, 39 x 31 cm. Coleção Particular. Ibid., p 93.

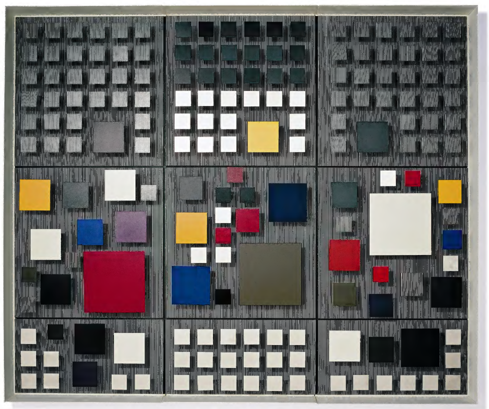


Imagem 60 - Soto, Jesus-Rafael, Ambivalência nº 27, 1982. Madeira, acrílico e metal, 260 x 310 x17 cm. Fundación Museo de Arte Moderno Jesús Soto. Ibid., p. 77.

Eu comecei traçando as retas paralelas com os dois esquadros, para mostrar-lhes como manipulá-los. Eles, na pressa, desenhavam as paralelas a mão livre. Insisti em lhes mostrar que dessa forma as paralelas perdiam sua característica. Tentei explicar-lhes que eram apenas rascunhos para aperfeiçoar a técnica; nada adiantava e meus argumentos foram vencidos pela afobação. Tudo porque queriam saber se conseguiam fazer algo *tão legal* como o que viram. Alguns alunos fizeram conforme solicitei, mas a maioria fez de qualquer jeito. Esse problema também ocorreu, com menor intensidade, quando trabalhamos com o retângulo e os demais polígonos.

Ao final da aula, propus que comparassem os desenhos entre si. Assim, puderam constatar, embora poucos tenham compreendido, que na Geometria com base nos estudos de Euclides, duas retas paralelas precisam, necessariamente, possuir a mesma distância uma da outra ao longo de toda sua extensão, sendo que, com o menor desvio elas passam a ser retas concorrentes. Compreenderam que o retângulo possui quatro ângulos medindo exatos 90 graus, caso contrário, transformam-se em um outro tipo de quadrilátero.

No primeiro trabalho com base nas imagens da obra de Soto mostradas acima, forneci aos alunos uma folha contendo algumas linhas paralelas, retas poligonais e curvas. Nela eles deveriam desenhar, seguindo essas linhas iniciais, a primeira imagem que passasse por suas mentes. Os trabalhos expõem as relações que fizeram entre algumas linhas e o meio social em que vivem, pois alguns alunos perguntaram se poderiam desenhar alguma coisa familiar como praças, casas e pistas de corrida. Outros, simplesmente, traçaram linhas paralelas às existentes e depois de terminado se surpreenderam com as formas que haviam criado. O resultado, exposto abaixo, foi o pensamento racional atuando com o sensível de forma harmônica. Então, esboçaram a partir de algumas linhas o que lhes era mais familiar, ligado às informações recebidas em aula. Alguns trabalhos, notoriamente, foram além do que eu esperava e ficaram muito bons. É inegável a existência do pensamento geométrico em cada uma das construções, por isso ressalto a frase de Búrigo, que acredito delinear esse resultado:

> O olhar da Geometria para o espaço físico caracteriza-se, fundamentalmente, pela atenção às relações que podem ser estabelecidas entre os objetos que constituem esse espaço, abstraindo as particularidades que os caracterizam e concentrando o foco nas formas, nas grandezas e nos movimentos.[66]

Desta forma, entrelaçaram os conceitos geométricos estudados e as obras de base.

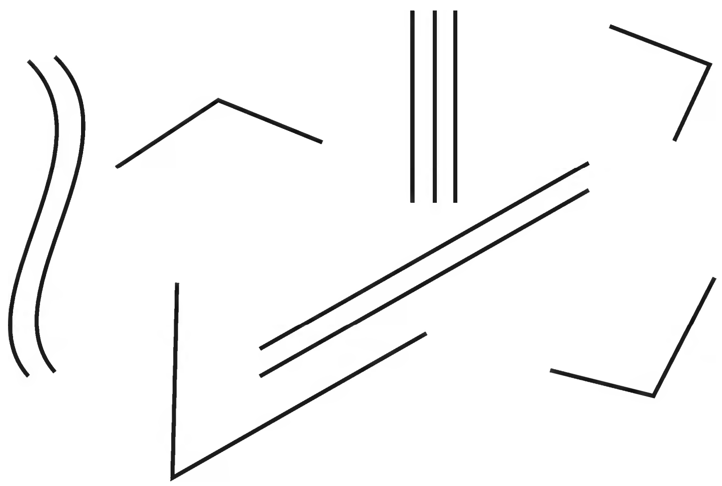
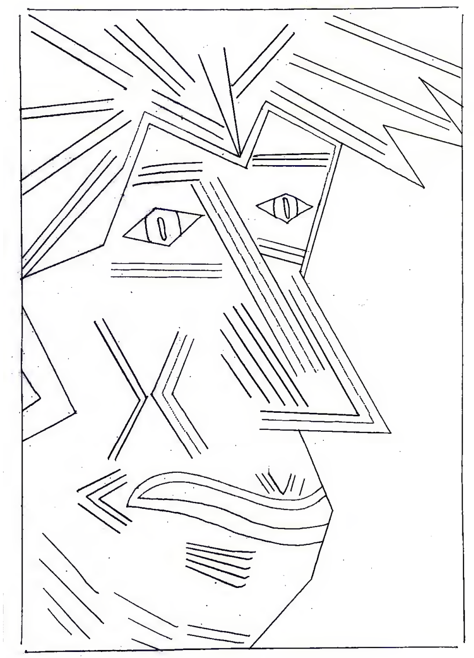
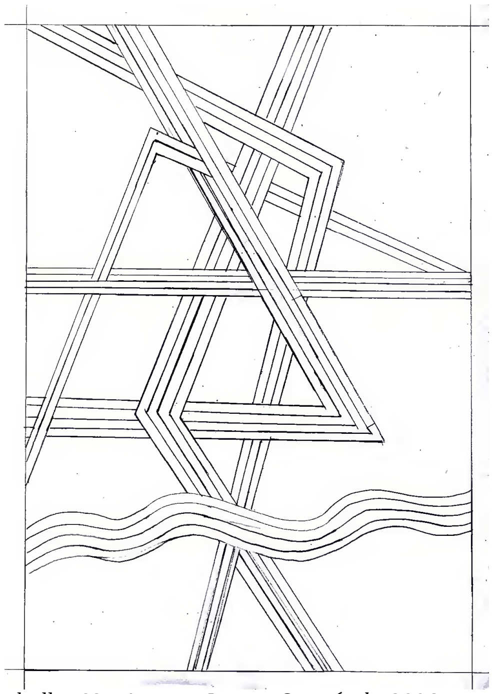


Imagem 61 – Linhas paralelas, retas poligonais e curvas que serviram de base para o primeiro trabalho das turmas.

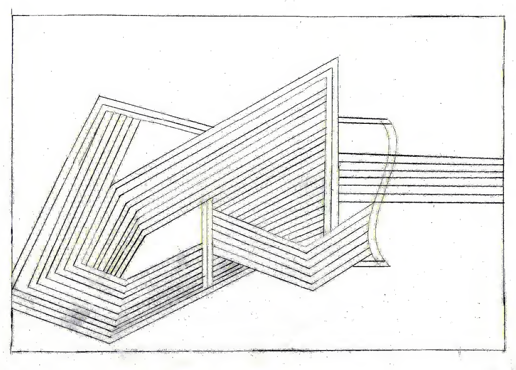
[66] Búrigo, 2005, passim.



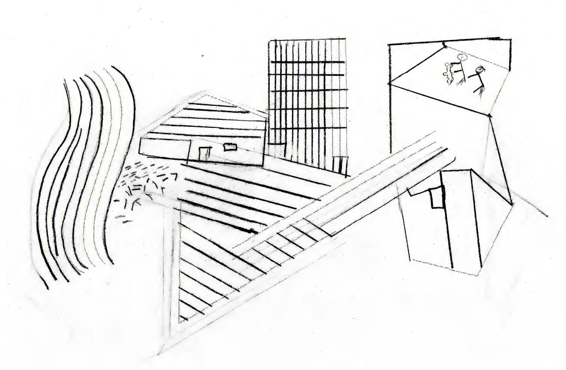
Trabalho 01 - IENSE, Roberto Carlos. *Sem título*, 2006. Grafite, 21 x 27 cm.



Trabalho 02 - ANDREY, Lucas. *Sem título*, 2006. Grafite, 21 x 27 cm.



Trabalho 03 - SIMPLÍCIO, Ana Carolina, *Sem título*, 2006. Grafite, 21 x 27 cm.



Trabalho 04 - LIMA, Luan, *Sem título*, 2006. Grafite, 21 x 27 cm.

Como as retas perpendiculares e o retângulo são bem apresentados e organizados por Piet Mondrian, como mostram as imagens indicadas abaixo, usei a sua obra para introduzir a definição de ângulo reto, cruzamento perpendicular de duas retas, além da proporcionalidade e da razão.

Imagem 62 - Mondrian, Piet. *Composição com vermelho, azul, e amarelo*, 1930. Óleo sobre tela, 50.8 x 50.8. Coleção particular. Disponível em: <http://www.monash.edu.au/lls/llonline/writing/art design/writing/1.2.xml>. Acesso em: 01 mai. 2007.

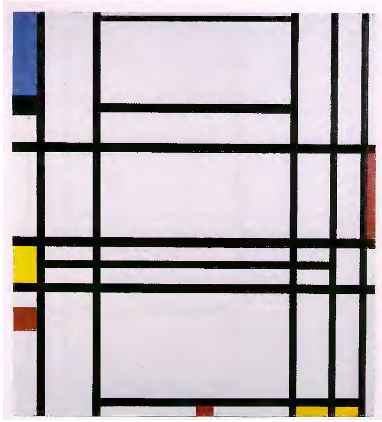


Imagem 63 - MONDRIAN, Piet. *Composição No. 10*, 1939-1942. Óleo sobre tela, 80 x 73 cm Coleção particular. Disponível em: <http://www.artchive.com/artchive/M/mondrian/comp_10.jpg.html>. Acesso em: 01 mai. 2007.

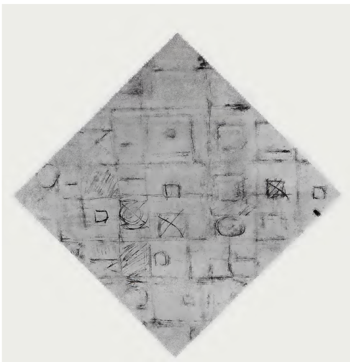


Imagem 64 - MONDRIAN, Piet. *Desenho para o Victory boogie-woogie*, 1943. Lápis, 0,32 x 0,34 m. Coleção Harry Holtzman. Argan, Giulio Carlo, op.cit., p. 413.

Imagem 65 - MONDRIAN, Piet. *Victory boogie-woogie*, 1943-4 (inacabado). Óleo e fragmentos de papel colados sobre a tela, 1,26 x 1,26 m. Disponível em: <http://www.trouw.nl/service/article311593.ece/De+top+10+schilderijen>. Acesso em: 01 mai. 2007.

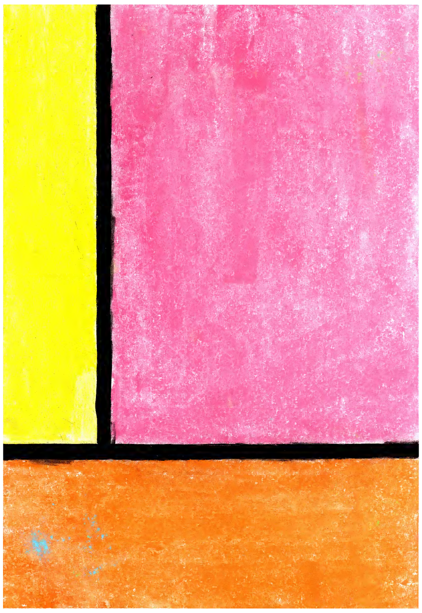
Nesta parte do trabalho, voltamos ao giz, ao quadro negro e aos dicionários, pois as formas simples vistas anteriormente começavam a se entrelaçar formando ângulos e formas poligonais, e como muitos alunos estavam cansados de *procurarem tudo sozinhos,* puseram-me a trabalhar.

Nessas aulas as definições foram desenvolvidas em conjunto. Por exemplo, para definir polígono, lemos a definição do livro didático, eu a expliquei e o grupo escreveu uma nova definição, que ficou assim: *polígono é uma figura geométrica formada por pedaços de retas unidas duas a duas pelas pontas formando um ângulo entre elas. Esses pedaços precisam ser unidos de forma que o primeiro se junte com o último formando uma figura fechada.* Em seguida, trabalhávamos os exercícios correspondentes a esta definição e os exercícios relativos às outras definições.

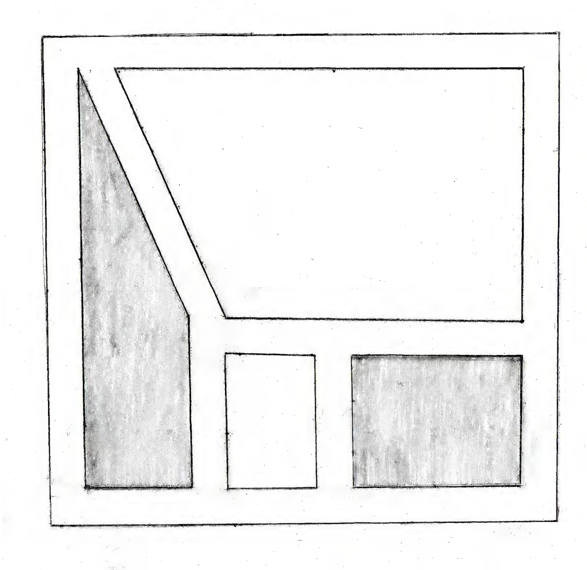
Após as aulas expositivas, coloquei em prática algumas das situações apresentadas em aula. Comecei com o cálculo da proporcionalidade, de forma muito simples e intuitiva, para esboçar um desenho. Novamente surgiram muitas dificuldades:

o uso da régua, por exemplo. Depois de muitas linhas traçadas, alguns alunos ainda não sabiam se começavam a contar do zero ou do um para medir uma margem. Se a régua estivesse quebrada e a parte perdida fosse a inicial, entravam em desespero porque não conseguiam fazer as medidas necessárias para concluírem o trabalho até o final da aula. Outros simplesmente cruzavam os braços dizendo que não conseguiam fazer, permanecendo assim até o final da aula, proferindo algumas palavras desagradáveis e pedindo a volta das *continhas*. Já estávamos no final de agosto e, embora tenha havido muitos pontos positivos, eles já estavam quase me convencendo de que giz e quadro negro era a melhor opção. Mas com o estímulo dos alunos da oficina, continuei insistindo. Nas três aulas seguintes, bombardeei-os com uma infinidade de imagens; dentre elas estavam as de Valdemar Cordeiro, Antonio Lizárraga e Escher, que vão da simplicidade de uma sobreposição de círculos, de Cordeiro, passando pela precisão dos quadrados de Lizárraga, até as mais intrincadas e perturbadoras composições de Escher. Novamente aflorou a empolgação pela prática do desenho, e voltei a dizer-lhes que ainda tínhamos muito que trabalhar até chegarmos a um desenho mais complexo.

Voltamos aos Retângulos de Mondrian, e alguns alunos da 6ª série adotaram como motivação fazer uma releitura das estruturas retangulares do artista. Fizeram-na dentro de uma regularidade proporcional, seguindo o padrão usado por Mondrian: a simplicidade da forma.



Trabalho 05 - FRAGA, Alafen. *Sem título*, 2006. Lápis, giz e carvão, 21 x 27 cm. Releitura da obra de Mondrian.

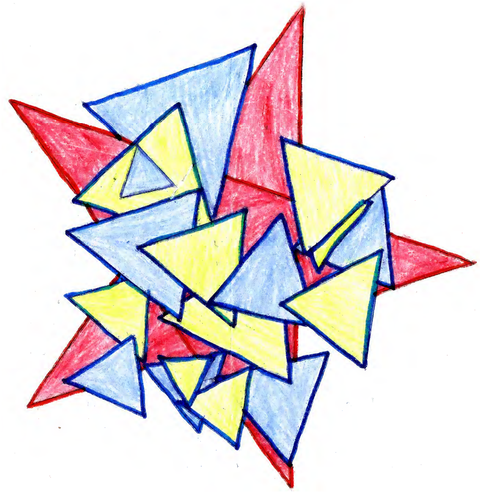


Trabalho 06 - SILVA, Elivelton. *Sem título*, 2006. Grafite, 14 x 14,5 cm. Releitura da obra de Mondrian.

Muitos trabalhos mereceriam destaque, mas esses quatro trabalhos foram construídos dentro dos critérios estabelecidos por mim, nessa etapa, que foi a utilização das réguas, do compasso e a delimitação do espaço a ser utilizado.

Os trabalhos 05 e 06 foram medidos com uma régua e cuidadosamente pintados. Para a estruturação dos trabalhos 07 e 08 os alunos prepararam moldes em papelão na forma de triângulos eqüiláteros, quadrados e retângulos, com esses modelos esboçaram as composições. No trabalho 08, o aluno sobrepôs vários triângulos eqüiláteros sobre uma estrela de cinco pontas feita com o compasso e o transferidor.

Trabalho 07 - CORREIA, Leonan, *Sem título*, 2006. Lápis de cor, 21 x 27 cm. Releitura da obra de Lizárraga e Mondrian.



Trabalho 08 - ANDREY, Lucas. *Sem título*, 2006. Lápis de cor e hidrocor, 21 x 27 cm. Releitura da obra de Cordeiro Lizarraga.

Aqui, muitos alunos perceberam que esboçar o que se quer desenhar não é perda de tempo. Perceberam que o trabalho fica do jeito que imaginaram e, às vezes, até melhor.

6.5 A Precisão dos Polígonos nas Malhas Geométricas

Foi no trabalho com os polígonos que o interesse da maioria dos alunos aflorou. Eles ficaram incumbidos de trazer para aula a definição e a classificação dos polígonos, para um futuro trabalho. Neste ponto, o andamento do trabalho estava tranqüilo e todos estavam satisfeitos, pois além de nos apoiarmos nos cálculos, tínhamos a pesquisa e muitas produções artísticas geométricas para fazer.

Minha satisfação foi perceber que desenhar os polígonos de vários tipos com régua, compasso e transferidor tornou-se um desafio para a maioria dos alunos. Eles tinham muita dificuldade em manipular o compasso e os círculos de base mais pareciam elipses. Outros tiveram dificuldade no uso do transferidor para medir os sucessivos ângulos em torno da circunferência, onde deveriam ser marcados os pontos dos vértices do polígono escolhido. Mas entre as rusgas e as insatisfações, apresentei-lhes Antônio Lizárraga, mencionado em capítulo anterior. Um artista meticuloso, residente no Brasil há muito tempo, Lizárraga tomou para si a aparente simplicidade e a precisão do quadrado e das linhas muito finas para compor sua obra.

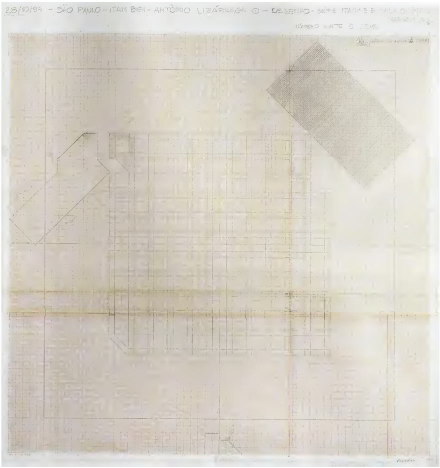


Imagem 66 - LIZÁRRAGA, Antônio. *Número 26:* projeto do desenho, 1994. Grafite sobre papel milimetrado, 66 x 65 cm. Coleção do artista. Spiteri, Maria José, op. cit. p. 80.

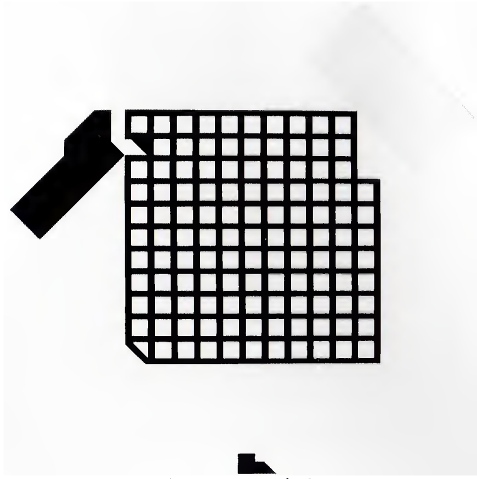


Imagem 67 - LIZÁRRAGA, Antônio. *IVM 26*, 1994. Tinta acrílica sobre papel branco. Série ItaimBibi/Vila Olímpia/Margem Sul – IVM. Coleção do MAM-SP. Ibid., p. 115.

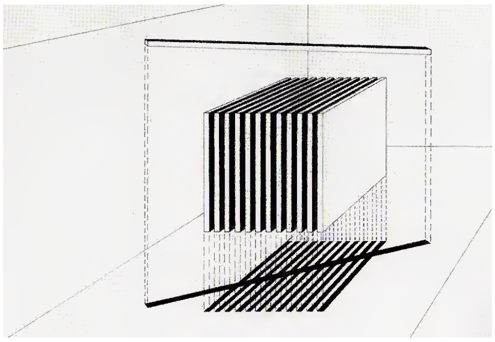


Imagem 68 - Esquema simulando a projeção ortogonal de formas tridimensionais sobre um plano, gerando o desenho. Ibid., p. 148.

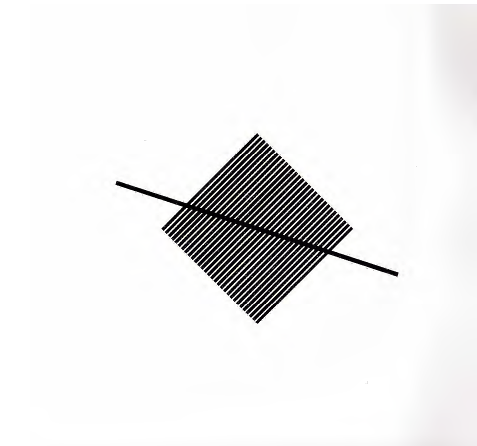


Imagem 69 - LIZÁRRAGA, Antônio. *IVM 184*, 1993-7. Tinta acrílica sobre papel branco. Série ItaimBibi/Vila Olímpia/Margem Sul – IVM. Coleção do artista. Ibid., p. 149.

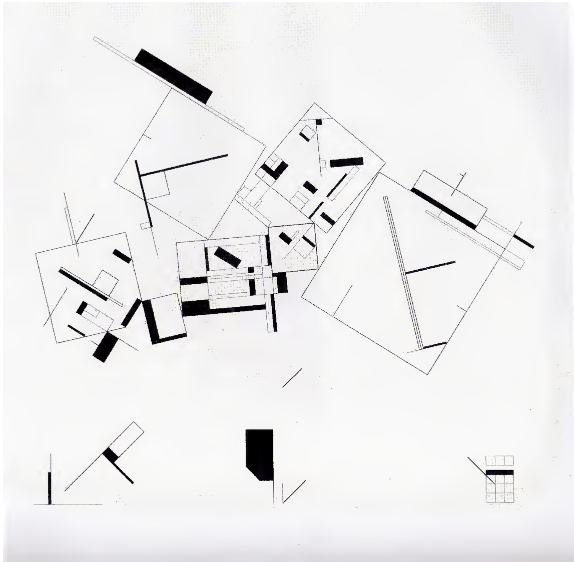


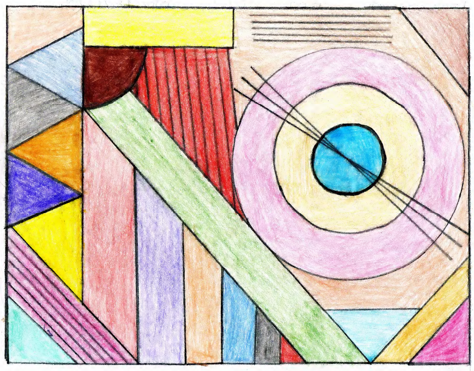
Imagem 70 - LIZÁRRAGA, Antônio. *IVM 13*, 1993-7. Tinta acrílica sobre papel branco. Série ItaimBibi/Vila Olímpia/Margem Sul – IVM. Coleção do artista. Essa obra enfatiza a verticalidade, a horizontalidade e as inclinações a 30º, 45º e 60º. Ibid., p. 113

Ao folhearem o livro do artista, ficaram surpresos ao perceber que a Arte podia ficar no âmbito das idéias, pois, acometido por um acidente vascular cerebral, Antonio Lizárraga transmite as idéias a seus assistentes que as executam (imagem 71). A partir de então, ocorreu a formação de alguns grupos de trabalho que passaram a se unir por interesses comuns. Alguns diziam: *eu penso e tu desenhas*.

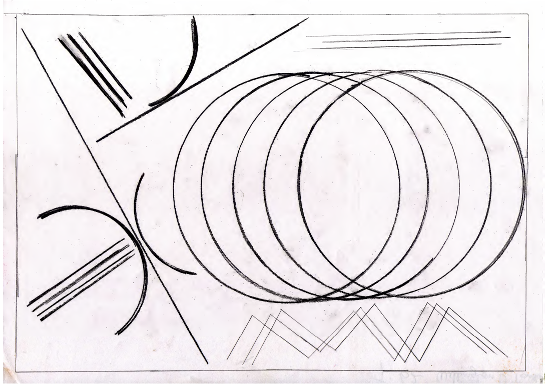
Imagem 71 - Lizárraga e sua assistente na elaboração de projetos. Ibid., p. 79

Conscientizá-los de que as réguas, o compasso e os cálculos dão um toque especial para a obra ficou a cargo de Waldemar Cordeiro e Maurits Cornelis Escher.

É curioso perceber a afinidade que os alunos criaram com alguns artistas. Cordeiro contribuiu na elaboração de trabalhos puramente geométricos e tornou algumas crianças mais caprichosas no momento da preparação do trabalho. As réguas tornaram-se parceiras inseparáveis de muitos, e todo o trabalho era construído dentro de limites calculados e precisos.



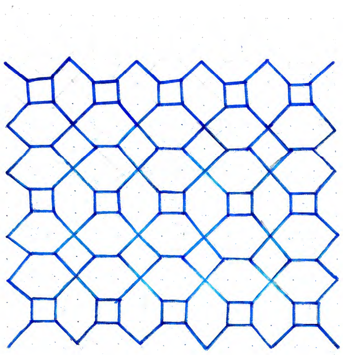
Trabalho 09 - SILVA, Amanda, *Sem título*, 2006. Lápis de cor e grafite, 20,3 x 25,2 cm. Releitura da obra de Cordeiro.



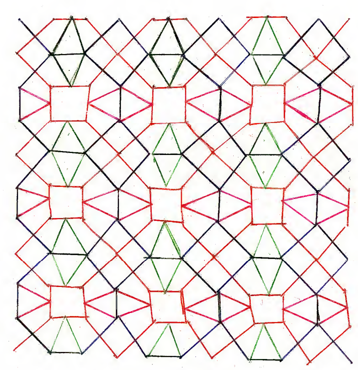
Trabalho 10 - IENSE, Roberto Carlos. *Sem título*, 2006. Grafite, 21 x 27 cm. Releitura da obra de Cordeiro.

Escher mostrou-lhes a magia das malhas e o quão longe ela pode levar. A partir de seus esboços, construímos dois tipos de malhas: as oriundas de pontos alinhados em forma retangular e as resultantes da translação e rotação de polígonos.

A malha de pontos alinhados em forma quadrangular foi a mais trabalhosa; as crianças não conseguiam alinhar os pontos a uma mesma distância ao longo da folha suporte. Até que alguém teve a idéia de fazer uma coluna de pontos no lado esquerdo da folha e outra no lado direito. Ainda houve aqueles que precisaram recortar do suporte, pois não conseguiam centralizar o retângulo.



Trabalho 11 - FRAPORTI, Julhano. *Sem título*, 2006. Grafite e hidrocor 17 x 15 cm.



Trabalho 12 - LIMA, Christine. *Sem título*, 2006. Grafite e caneta esferográfica, 10 x10 cm.

Imagem 72 - Processo de alinhamento dos pontos para a construção da malha com base quadrangular.

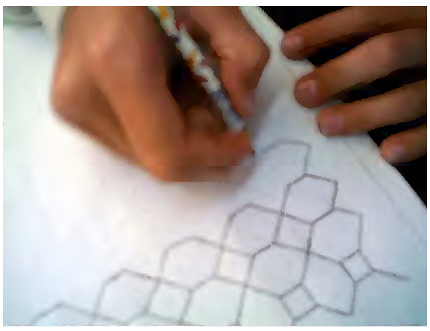
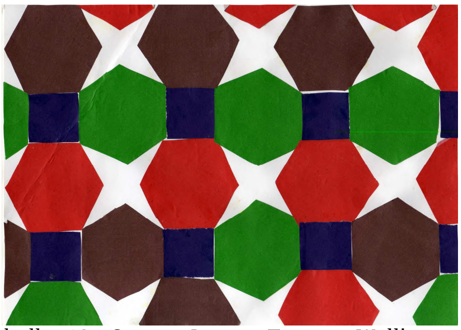
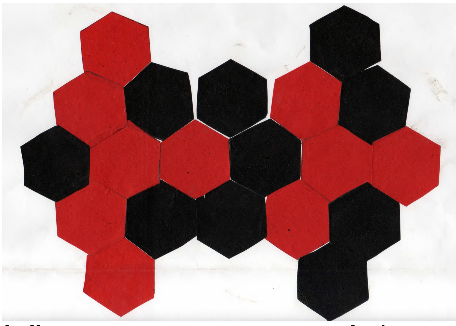


Imagem 73 - Construção da malha à partir dos pontos alinhados.

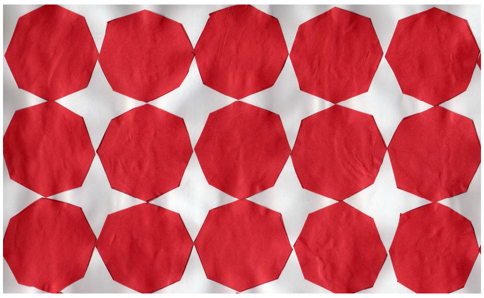
As malhas feitas por translação e rotação de polígonos foram mais simples, pois os alunos fizeram-nas seguindo o contorno de alguns moldes. Ou seja, desenharam os polígonos escolhidos em um papelão obtendo um molde do mesmo. A partir dele, reproduziram vários outros em folhas coloridas e, em seguida, montaram um mosaico colorido em uma folha de cartolina, como mostram as imagens a seguir.



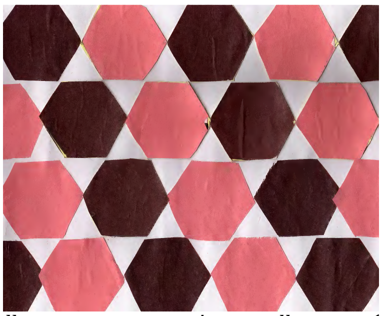
Trabalho 13 - SANTOS, Lucas e TAVARES, Wellington. *Sem título*, 2006. Colagem com vários tipos de papéis, 21 x 29 cm.



Trabalho 14 - CORREIA, Leonan, DIAS, Flavio e BRUSCH, Rai. *Sem título*, 2006. Colagem com vários tipos de papéis, 29 x 25 cm.



Trabalho 15 - LIMA, Christine, PERLA, Camila e CARDOSO, Jéssica. *Sem título*, 2006. Colagem com vários tipos de papéis, 29 x 42 cm.



Trabalho 16 - ROCHA, Karine. *Malha geométrica*, 2006. Colagem com vários tipos de papéis, 16 x 45 cm.

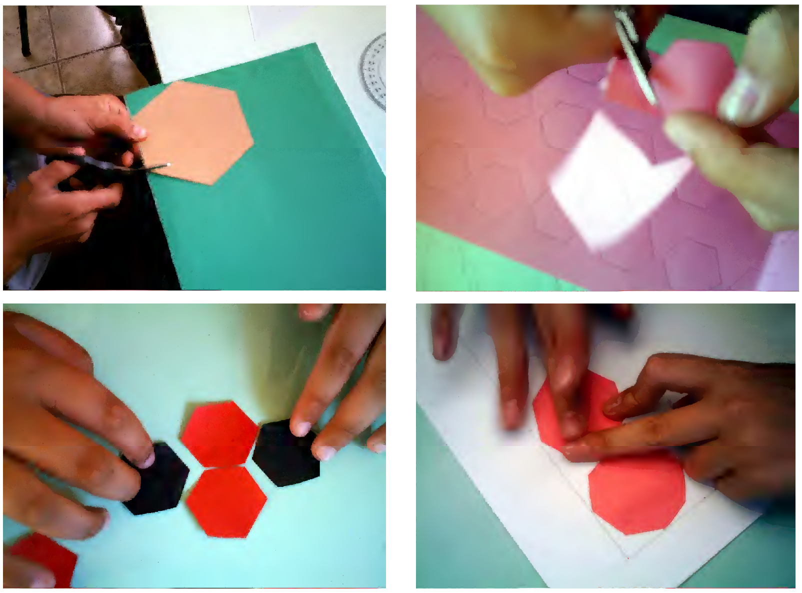


Imagem 74 - Processo de construção das malhas a partir da translação de polígonos.

Percebe-se que eles usaram os polígonos mais simples, mas conseguiram construir mosaicos diferentes uns dos outros.

6.6 Dos Passageiros

Com todo o vai e vem das ondas da aprendizagem, acredito ter deixado a maioria dos meus alunos satisfeitos com a experiência. É lastimável não poder continuar esse trabalho em 2007, pois serei a única professora licenciada em Matemática na escola. As duas outras professoras que dividirão a disciplina ainda não possuem formação superior.

6.6.1 A ordem do caos

Este foi um desafio interessante; ordenar o que aparentemente não possui ordem. Durante o período de desenvolvimento do trabalho em sala de aula, as relações entre mim e os alunos se estreitaram de tal modo que, na maioria dos nossos encontros, eles se organizavam rapidamente e aguardavam as instruções para o trabalho. Assim que expunha os afazeres do dia, a sala retornava ao caos; eram mesas sendo arrastadas para a formação dos grupos e muita conversa. Muitos discutiam suas idéias para o trabalho, outros reclamavam que não haviam entendido o que deveria ser feito e, é claro, havia aqueles que nunca gostavam da proposta, por ser muito trabalhosa ou porque não tinham idéias para começar ou porque nunca encontravam informações nos livros para a execução do trabalho. E por mais que eu solicitasse um pouco de ordem e menos barulho, eles não escutavam. Era tudo tão rápido, barulhento e com resultados tão positivos que, com o passar do tempo, parei de me preocupar com isso.

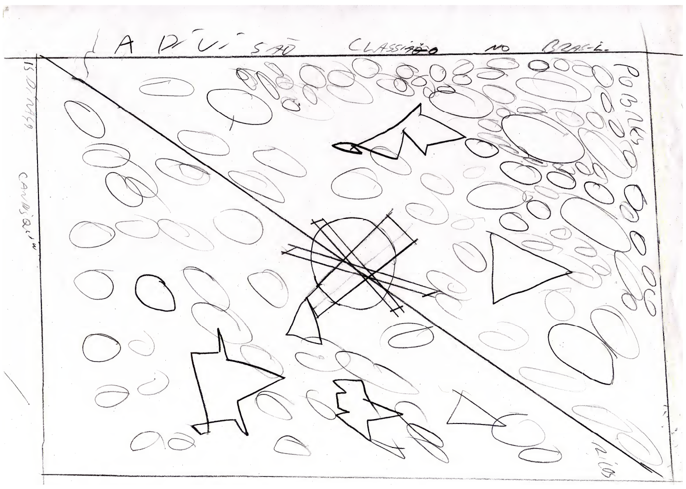
Entretanto, o interessante foi perceber que eles não se incomodavam com o barulho, e apesar da bagunça, quem estava realmente interessado em descobrir coisas novas conseguia aprender sem problema algum; disseram que estavam tendo a oportunidade de aprender do jeito que acreditavam ser melhor.

Percebe-se, em suas observações a respeito das aulas, que tinham prazer em participar das atividades, pois sempre havia algo novo; eram imagens legais, filmes que aguçavam suas imaginações, contos que os faziam viajar no tempo. Compreenderam que o significado da palavra carrega, sutilmente, a definição matemática ligada a ela. E o que acredito ter uma importância fundamental para o desenvolvimento dessas crianças foi a vivência da autonomia; nas aulas de Matemática eles tinham a liberdade de trabalhar como quisessem, desde que não infringissem as normas estabelecidas pela escola.

6.6.2 O prazer de estudar Matemática

Às vezes fico deitada na minha cama olhando em volta e fico lembrando de cada coisa que a senhora diz na aula. O depoimento desta aluna me deixou um tanto animada em relação a esta pesquisa. Em sua entrevista, destacou que na produção dos contos era necessário conversar e discutir com seus colegas um melhor curso para a história, pois as produções literárias eram em grupo. Nesse relacionamento, percebeu que estava aprendendo muito mais; relatou que nas atividades feitas com o uso do dicionário ou com livros aprendeu muitas palavras novas, ajudando-a muito nas atividades das aulas de Língua Portuguesa. Estava, também, compreendendo tudo que lhe era solicitado pela professora.

Outro aluno conta que seu colega não conseguia fazer uma linha (trabalho 17) reta, sua letra é quase impossível de ser compreendida. Entretanto, nas aulas de Geometria, por uma questão de avaliação, eu valorizava o esforço e o emprenho na busca por respostas e principalmente o que foi aprendido, mesmo sendo pouco. Ele sabia que era valorizado, então, sempre fazia o possível para apresentar um bom trabalho, mesmo tendo consciência de suas limitações. O interessante foi que nunca se cansou de tentar fazer o melhor a cada trabalho.



Trabalho 17 - DUTRA, Wagner. *Divisão de classes no Brasil*, 2006. Grafite, 21 x 27.

A maioria dos alunos se mostrou bastante interessada nas aulas; já não perco alunos para as atividades da disciplina de Educação Física. Certa vez, chegaram a impedir a entrada na sala aula da professora de Geografia; queriam terminar o trabalho de Geometria. E assim, ficaram envolvidos por três longos períodos. Para os alunos de uma turma de 5ª série brigarem por uma aula de Matemática, acredito que algo deve ter mudado no meu comportamento que afetou diretamente o interesse deles por essa disciplina.

Em outro depoimento, um aluno da sexta série, além de ter sido o primeiro colocado na fase inicial da Olimpíada de Matemática das Escolas Públicas, foi um excelente aluno em Geometria, no entanto, não obteve aprovação em Aritmética. Ele alega que *se as aulas de Aritmética fossem tão legais e divertidas quanto as de Geometria,* talvez, também tivesse se destacado. O curioso neste aluno é que, além de desenhar muito bem, escreve poesias de cunho social bem elaboradas para a sua idade, embora de dez palavras escritas oito estivessem incorretas.

6.6.3 A Matemática e o meio social

Uma das minhas frustrações como educadora da disciplina de Matemática era saber que a maioria das crianças que passaram pela minha sala de aula não conseguiram manter um dialogo mínimo com a Matemática cotidiana.

Hoje, muitos alunos me param no corredor da escola perguntando se assisti a este ou àquele programa de televisão, pois mostraram obras de artistas que estudamos em aula. O que passou a ser muito gratificante, porque acredito ser uma mostra de que minhas aulas contribuíram para despertar o interesse dos alunos.

Essas interpelações não dizem respeito apenas à Arte, comenta o aluno que consegue aprender muitas *coisas além de desenhar.* Diz, também, que quando anda pela rua consegue perceber, nos objetos pelos quais passa, ângulos, quadrados, círculos, retângulos entre outras figuras. Um aluno conta que até ao ver uma roda de carro *lembra direto da aula.* Comentou que há um programa de televisão que mantém vários televisores ligados e empilhados, e cada um mostra um pedaço das pessoas, fazendo-o lembrar dos trabalhos com as malhas geométricas que montaram, e que, inclusive, comentara com seu pai a respeito.

Outro diz que quando vê os exemplos e entende para que servem, mesmo sendo na Arte, isso o ajuda a compreender as definições relacionadas àquele assunto. Conta que quando vai tomar banho observa que as lajotas fixadas na parede possuem quatro ângulos de 90 graus. Sabe, também, que por esse motivo uma lajota cabe certinha do lado da outra, o que não acontece com qualquer ângulo. Assim, ele consegue ligar a definição à forma. O mais interessante é que na rua vemos as formas na e aula aprendemos sobre ela.

A menina tímida do conto sobre a sereia sabe se expressar não apenas na escrita. Agora sabe usar, fora da escola, além da Geometria e da Língua Portuguesa, a Aritmética. Fala que gostou muito de aprender a decomposição dos números, porque quando quer saber se o troco que a menina da padaria lhe dera está certo, ela *desmancha mentalmente o dinheiro* que levou, tira o que gastou e o restante é o seu troco.

Mas existe quem ainda tenha dificuldades nas aulas de Aritmética. Há na 5ª série um aluno de nove anos que se destaca em todas as atividades escolares, mas não consegue perceber a utilidade da Aritmética fora da sala de aula. Argumenta que usa as operações aritméticas quando precisa fazer algum cálculo em outra disciplina, principalmente em Geometria, quando precisa encontrar o complemento, suplemento e replemento de um ângulo qualquer.

Pouco antes do recesso escolar de julho, o pai de um menino da 6ª série me procurou para agradecer o que fizera por seu filho. Justificou dizendo que fui a única professora que acreditou no potencial do menino, e que ainda não o tinha visto estudar com tanta vontade.

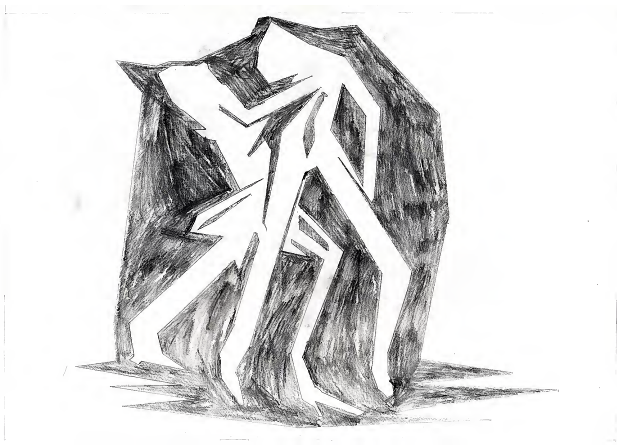
Esses relatos corroboram minha crença na importância das atividades que exploram a leitura de imagens, sejam elas quais forem. Na maioria das atividades nas quais propunha uma leitura crítica de imagens, o retorno foi imediato, tanto nas atividades práticas (composições de trabalhos em Arte), quanto nas pesquisas. A maioria dos alunos ansiava aprender logo as definições envolvidas para ver que tipo de composição resultaria dali. Descobriram que nas margens daquela Matemática rigorosa e difícil, existe um mundo cheio de expressões e sensibilidade. As ansiedades e carências deram lugar à surpresa das descobertas, isso por que perceberam que suas vidas estão mergulhadas em um mundo abstrato e matemático.

6.6.4 O caos, o prazer de estudar, o meio social e a Matemática

O caos, o prazer de estudar e o meio social são situações que parecem estar fora de sintonia com a Matemática. No entanto, foram os pontos fortes dos relatos dos alunos no decorrer do ano letivo de 2006. Todos trabalharam no seu ritmo e em meio a uma situação diferenciada, neste caso, trilhando os caminhos da Arte e pinçando a Matemática envolvida nela.

Todas as dificuldades do caminho puseram-me a analisar as diversas situações que já enfrentei em sala de aula. Percebi que a aula de Matemática apoiada em um assunto, no qual a liberdade de expressão era o argumento principal da aprendizagem, tornou o tempo de aula mais interessante para os alunos. Eles puderam expor suas idéias sem a preocupação de estarem certas. Caso algum cálculo estivesse impreciso, recomeçavam o trabalho sem o menor problema. Os cálculos eram muito simples, e o que realmente deveriam compreender era o tipo de composição que estavam prestes a fazer. Assim como muitos artistas, alguns alunos usaram as figuras geométricas pela harmonia da forma e o efeito que produziam no observador.

Outros estilizaram as formas do cotidiano por intermédio da Geometria. Os trabalhos eram mais intuitivos e menos precisos (trabalho 18), mas havia a necessidade de escolher a forma geométrica mais apropriada para que a releitura ficasse a contento. Tudo isso acontecendo em meio ao caos, pois a maioria das vezes trabalhavam em grupo; um ajudava o outro e quando não conseguiam chegar a uma conclusão solicitavam a minha ajuda.



Trabalho 18 - BORBA, Samuel. *Vem dançar*, 2006. Grafite 21 x 27 cm. Releitura de um pôster do filme com o mesmo título.

Ainda havia aqueles alunos que estavam desgostosos com o trabalho, negando-se a fazer qualquer tipo de atividade. O interessante é que solicitavam aulas expositivas e, no entanto, não copiavam as atividades, fechavam os cadernos alegando já terem entendido tudo, o que não era constatado nas atividades de avaliação. Mas apesar desses percalços, nos entendíamos muito bem.

7 A CHEGADA EM UM PORTO NEM TÃO SEGURO

Todos os argumentos trazidos neste trabalho buscam a aproximação da criança ao pensamento lógico formal. Ela precisa compreender que ao formular uma frase, um desenho ou uma resposta a uma questão ela faz Matemática e Arte da melhor qualidade, pois relê situações já existentes e reformula a sua própria maneira. Como define o professor Luiz Barco[67]:

> [...] matemática é, sobretudo, responder logicamente esses problemas, esses quebra-cabeças que a própria natureza nos impõe, e que os artistas pintam, os músicos fazem som, os matemáticos dão respostas lógicas e coerentes. Todas elas permeadas por algo que faz bem ao coração, pela estética. Fazer Arte e fazer Matemática é, sobretudo, responder esteticamente aos quebra-cabeças que a natureza nos impõe.

A História mostra que a Arte e a Matemática foram os meios nos quais os homens expressaram suas inquietações, frustrações, conquistas e alegrias ao longo dos séculos. Matemática e a Arte, em sua estrita ligação, ocasionaram inúmeras descobertas científicas e propiciaram a imortalidade de diversas civilizações. Portanto, vinculá-las à prática pedagógica é remontar à história do pensamento lógico, crítico e social da humanidade.

Desfazer a idéia de que no pensamento matemático não pode haver emoção e que no fazer artístico não pode existir razão foi a maior das audácias. Com esta pesquisa, percebi ser difícil uma pessoa adulta, absorta em idéias pragmáticas e preestabelecidas compreender que a Matemática e a Arte podem ser obras de Arte do pensamento humano. O que não acontece com as crianças, pois elas descrevem o mundo por meio de linhas e rabiscos simples, mas com uma profunda sinceridade, como mostra o trabalho 17.

Com efeito, consciente dessa capacidade, encontrei na Arte a chave que abriu as inúmeras portas do espírito humano, o que propiciou a reestruturação de conceitos matemáticos um tanto incompreensíveis aos alunos do Ensino Fundamental de uma escola municipal rural na região metropolitana de Porto Alegre.

Ao compartilhar das alegrias e frustrações desses alunos percebi ser possível seu interesse em cultura geral por meio de histórias bem contadas ou de pinturas intrigantes. Daí, fazê-los ultrapassar as barreiras do óbvio e chegar aos conceitos

---

[67] MATEMÁTICA: Arte e Matemática, parte I. Produção Vídeolar S.A . Manaus: MEC, [200?]. DVD do programa TVEscola (DVDEscola, n.19).

abstratos da Matemática foi um grande desafio, pois ela estava envolta em um mar de informações.

Quando dei início ao trabalho, não imaginava a gama de informações que eu e essas crianças partilharíamos, pois ao final de cada semana precisava procurar material de apoio para suprir uma série de lacunas criadas pelas investigações da semana anterior. Esse procedimento era feito por todos aqueles que tinham acesso a outros meios de informação como internet, bibliotecas e videotecas.

Supostamente, esses estudantes não possuíam nenhum conhecimento prévio sobre Arte-Geométrica, mas conheciam algumas formas geométricas que pertenciam ao seu dia-a-dia. Essa pequena noção unida com a visualização das imagens das obras de Arte incentivaram os alunos a buscarem nos conceitos matemáticos uma maneira prática de desenvolver composições tão expressivas quanto as dos artistas citados. Mas o que me chamou a atenção foi que essa busca facilitou não apenas a compreensão dos conceitos usados na Geometria, mas também os conceitos da Aritmética, considerada importuna e sem utilidade. Alguns alunos perceberam sua importância ao fazer compras, na construção das casas, nos pequenos consertos domésticos, além da sua utilização em outras disciplinas. Atribuo essa percepção não apenas à prática do cálculo, mas à compreensão de seu conceito, ou seja, o *para que usar o cálculo aritmético* está diretamente ligado ao conceito de número e a todas as relações que o envolvem. Acredito que a analogia das diversas áreas da Matemática com o cotidiano, percebidas neste trabalho, está relacionada aos múltiplos olhares peculiares da Arte, que aqui passou a fazer parte da Matemática. A Matemática não estava mais sendo vista como uma disciplina estanque ligada a conceitos incompreensíveis, mas como propulsora de inúmeras situações que sem ela não existiriam.

No entanto, houve aqueles alunos que se sentiram pouco à vontade diante da necessidade da pesquisa para compreensão de conceitos. Por ser menos trabalhoso preferiam voltar seus interesses à prática das operações elementares, que foi trabalhada, mas pouco evidenciada.

Frente às muitas inquietações relativas ao ensino e à aprendizagem da Matemática, e também da Arte, delineei uma abordagem pedagógica em que o estudante pudesse ter uma prática mais proveitosa, onde os monstros se mostrassem apenas em seus desenhos e que pudessem dedicar toda a criatividade a seu próprio aprendizado.

Minha intenção foi mostrar que é possível um enlace harmônico entre a Matemática e a Arte, e que os conceitos matemáticos inerentes às obras de Arte podem ser de grande auxílio na aprendizagem da Matemática Elementar do Ensino Fundamental. Faço uso da infinitésima parte desse universo. Agora cabe a outros *navegadores explorar as águas mais profundas, pois não há nada mais valioso do que aprender fazendo. Além dos objetivos já citados, pretendi abrir caminho à criatividade dos educadores que se interessam por trilhas desconhecidas, pois não são fórmulas prontas que incentivam a imaginação e a criatividade humana. Para tanto é preciso apenas a curiosidade e o desejo de aprender.*

PORTOS POR ONDE PASSEI: REFERÊNCIAS

ALVES, Nilda; OLIVEIRA, Inês. Uma historia da contribuição dos estudos do cotidiano escolar ao campo do currículo. In: LOPES, Alice; MACEDO, Elizabeth (Org). *Currículo:* debates contemporâneos. São Paulo Cortez, 2002, p. 98.ARGAN, Giulio Carlo. *Arte moderna*. São Paulo: Companhia das Letras, 1992. 709 p.

ARROYO, Miguel G. *Oficio de mestre:* imagens e auto-imagens. Petrópolis, RJ: Vozes, 2000. 251 p.

BARBOSA, Ana Mae. *A imagem no ensino da arte*. São Paulo: Perspectiva, 2004. 134 p.

______. Arte-Educação no Brasil: realidade hoje e expectativas futuras. *Scielo Brasil:* Estudos avançados, Sept./Dec. 1989, v.3, n.7, p.170-182. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-40141989000300010&script=sci_arttext>. Acesso em: 16 abr. 2007.

______. As mutações do conceito e da prática. In: BARBOSA, Ana M. (Org.) *Inquietações e mudanças no ensino da Arte.* 2. ed. São Paulo: Cortez, 2003. p. 13-25.

BARTHES, Roland. *A câmara clara*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1984. 188 p.

BAZIN, Germain. *História da Arte*: da pré-história aos nossos dias. Lisboa: Martins Fontes, 1980.

BERGAMINI, David. *As Matemáticas*. Rio de Janeiro: José Olímpyo, 1965. 200 p.

BOSI, Alfredo. Fenomenologia do olhar. In: NOVAES, Adauto (Org.). *O Olhar*. São Paulo: Companhia das Letras, 1988. p. 65-93.

BORGES, Jorge Luis. A casa de Asterion. In: BORGES, Jorge Luis. *O Aleph*. São Paulo: Globo, 2001. p. 75-78.

______. O livro de areia. In: BORGES, Jorge Luis. *O livro de areia.* São Paulo: Globo, 2001. p. 111-116.

BOYER, Carl Benjamin. *Historia da Matemática*. São Paulo: Edgar Blücher, 1974. 488 p.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais*: Matemática. Brasília: MEC/SEF, 1997. 142 p.

______. *Parâmetros Curriculares Nacionais*: Arte. Brasília: MEC/SEF, 1997. 131 p.

BRIGHENT, Maria José; MARENI, Camila de Cássia. Investigação sobre ações metodológicas realizadas sobre metas, as metas dos PCN´s de Matemática. *Zetetiké*, v. 11, n. 20, jun/dez 2003, p. 111-129.

BÚRIGO, Elisabete Zardo. Para que ensinar e aprender geometria no ensino fundamental? Um exercício de reflexão sobre o currículo. In: FILIPOUSKI, Ana Mariza Ribeiro et all (Org.) *Teorias e Fazeres na escola em mudança*. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 2005. p. 243-252.

CAMPOS, Vera Lucia. A leitura de imagens como recurso pedagógico no ensino e aprendizagem das Artes Visuais. In: PILLOTTO, Silvia Sell D.; SCHRAMM, Marilene de Lima K. (Org). *Reflexões sobre o ensino da Arte*. Joinville: Univille, 2001. p. 114-127.
CARAÇA, Bento Jesus. *Conceitos fundamentais da Matemática*. Lisboa: Tipografia Matemática, 1958. 318 p.

CARRASCO, Lúcia. Leitura e escrita na Matemática. In: NEVES, Iara Conceição Bitencourt et all (Org). *Ler e Escrever Compromisso de Todas as Áreas*. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 1999. p. 190-202.

COLOMBIER, Pierre du. *História da Arte*. Porto Alegre: Livraria Tavares Martins, 1955. 494 p.

CUNHA, Antonio G.. *Dicionário etimológico Nova Fronteira da Língua Portuguesa*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1986. 946 p.

DAVIS, Philip J.; HERSH, Reuben. *A Experiência matemática*. Lisboa: Gradiva, 1995. p. 116-120; 126-133.

DELVAL, Juan. *Aprender na vida e aprender na escola*. Porto Alegre: ArtMed, 2001. 118 p.

DERDYK, Edith. *Linha do horizonte:* por uma poética do ato criador. São Paulo: Escuta 2001. 108 p.

DÜNCHTING, Hajo. *Wassily Kandinsky:* 1866-1944 una revolución pictórica. Berlin: Taschen, 1990. 96 p.

ERNEST, Bruno. *O espelho mágico de M. C. Escher*. Berlin: Taschen, 1991, 112 p.

ESCHER e a Matemática, 2001. Disponível em: <http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/opombo/seminario/escher/escher1.html>. Acesso em: 16 fev. 2007

EVES, Howard. *Geometria*. São Paulo: Atual, 1992. 80 p.

FAINGUELERNT, Estela Kaufman; NUNES, Kátia Regina Ashton. *Fazendo Arte com a Matemática*. Porto Alegre: Artmed, 2006, 128 p.

FIGUEIREDO, Lenita Miranda. *Historia da Arte para crianças*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002. 126 p.

FLUSSER, Vilém. *A filosofia da caixa preta:* ensaios para uma futura filosofia da fotografia. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2002. 82 p.

FREIRE, Paulo. *A importância do ato de ler*: em três artigos que se completam. 41. ed. São Paulo: Cortez, 2001. 88 p.

FUSARI, Maria F. Rezende; FERRAZ, Maria Heloísa C. Toledo. *Arte na educação escolar*. São Paulo: Cortez, 1993. 148 p.

GERCEZ, Lucília. *Explicando a Arte brasileira*. Rio de Janeiro: Ediouro, 2004. 166 p.

GOODING, Mel. *Arte abstrata*. São Paulo: Cosac & Naify, 2002. 96 p.

HOGBEN, Lancelot. *Maravilhas da Matemática:* influência e função da Matemática nos conhecimentos humanos. Porto Alegre: Globo, 1970. 762 p.

KANDINSKY, Wassily. *Ponto e linha sobre o plano*. São Paulo: Martins Fontes, 1997, p. 17.

KAPLAN, Robert. *O nada que existe:* uma história natural do zero. Rio de Janeiro: Rocco, 2001. 208p.

KARLSON, Paul. *A Magia dos números*. Porto Alegre: Globo, 1961. 614 p.

KEHRWALD, Isabel P. Artes Visuais e os saberes socialmente construídos. In: FILIPOUSKI, Ana Mariza Ribeiro et all (Org.) *Teorias e Fazeres na escola em mudança*. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 2005. p. 111- 116.

______. Ler e escrever em artes visuais. In: NEVES, Iara Conceição Bitencourt et all (Org). *Ler e escrever compromisso de todas as áreas*. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 1999. p. 21-31.

KLÜSENER, RENITA. Ler, Escrever e compreender a matemática ao invés de tropeçar nos símbolos. In: NEVES, Iara Conceição Bitencourt et all (Org). *Ler e escrever compromisso de todas as áreas*. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 1999. p. 175-189.

LIBÂNEO, José Carlos. *Adeus professor, adeus professora?:* novas exigências educacionais e profissão docente. 7. ed. São Paulo: Cortez, 2003. 104 p.

LINS, Rômulo Campos. Matemática, monstros, significados e Educação Matemática. In: BICUDO, Maria A.; BORBA, Marcelo de Carvalho (Org). *Educação Matemática*: pesquisa em movimento. 2 ed. São Paulo: Cortez, 2005. p. 92-120.

LUFT, Celso Pedro, *Minidicionário Luft*. São Paulo: Ática, 2000. 688 p.

MACEDO, Danilo Matoso. *O papel da representação na poética de Filippo Brunelleschi.* Belo Horizonte: jun. 2000. Disponível em: <http://www.danilo.arq.br/danilo/txt_01_brunelleschi/txt_01_brunelleschi.htm>. Acesso em: 06 fev. 2007.

MANGE, Marilyn Diggs. *Arte brasileira para crianças*. São Paulo: Martins Fontes, 2002. 80 p.

MATEMÁTICA: mão na forma. Produção Vídeolar S.A. Manaus: MEC, [200?]. 1 DVD do programa TVEscola (DVDEscola, n. 21).

______. *Arte e Matemática*, parte I. Produção Vídeolar S.A. Manaus: MEC, [200?]. 1 DVD do programa TVEscola (DVDEscola, n. 19).

______. *Arte e Matemática*, parte II. Produção Vídeolar S.A. Manaus: MEC, [200?]. 1 DVD do programa TVEscola (DVDEscola, n. 20).

MEDEIROS, Cleide Farias de. Por uma Educação Matemática com intersubjetividade. In: BICUDO, Maria Aparecida V. (Org). *Educação Matemática.* São Paulo: Moraes, [19?]. p. 13-44.

MIORIM, Maria Ângela. *Introdução a Educação Matemática*. São Paulo: Atual, 1998. 121 p.

MORAES, Roque. Analise de conteúdo, *Educação*, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7- 32, mar. 1999.

MOSCATI, Giorgio. *Waldemar Cordeiro e o uso do computador:* depoimento sobre uma experiência pioneira. Rio de Janeiro: IMPA, 1993. Disponível em: <http://www.visgraf.impa.br/Gallery/waldemar/moscati/moscati.htm>. Acesso em: 08 de jan. de 2006.

NOVASKI, A. J. C. Sala de aula: uma aprendizagem do humano. In: MORAES, Regis (Org). *A sala de aula*: que espaço é este? Campinas, SP: Papirus, 1986. p. 11-15.

NUNES, Fabrício Vaz. *Waldemar Cordeiro:* da arte concreta ao "popcreto". 2004. 220 f. Dissertação (Mestrado em História da Arte e da Cultura) - Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, UNICAMP, São Paulo, 2004. Disponível em: <http://libdigi.unicamp.br/document/?code=vtls000322212>. Acesso em: 01 mai. 2007

OSINSKI, Dulce Regina B.. Arte, história e ensino: uma trajetória. 2 ed. São Paulo: Cortez, 2002. p. 119.

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL. Biblioteca Central Ir. José Otão. *Modelo de referências elaborado pela Biblioteca Central Irmão José Otão.* Disponível em: <http://www.pucrs.br/biblioteca/modelo.htm>. Acesso em: 10 jan. 2006.

QUINTANA, Mario. Dos chatos. 1973. In: CANDIDO, Eduardo. *Alguns textos*. 1999. Disponível em: <http://paginas.terra.com.br/arte/ecandido/textos.htm#ec>. Acesso em: 15 fev. 2007.

RAFFA, Ivete. *Fazendo Arte com os mestres*. São Paulo: Editora Escolar, 2006. v. 2160 p.

RICKEY, George. *Construtivismo:* origens e evolução. São Paulo: Cosac & Naify, 2002. 238 p.

RIZZI, Maria Christina de Souza. Caminhos metodológicos. In: BARBOSA, Ana M. (Org.) *Inquietações e mudanças no ensino da Arte.* 2. ed. São Paulo: Cortez, 2003. p. 63-70.

ROSSI, Maria Helena W.. *Imagens que falam:* leitura da Arte na escola. Porto Alegre: Mediação, 2003. 142 p.

SACRISTÁN, J. Gimeno. O que são os conteúdos do ensino? In: SACRISTÁN, J. Gimeno; GOMES, A. I. Pérez (Org). *Compreender e transformar o ensino.* Porto Alegre: ArtMed, 1998. p. 149-195.

SANTA ROSA, Nereide Schilaro. *Cidades e flores*: os artistas viajantes entre os séculos XVII e XIX. Rio de Janeiro: Pinakotheke, 2002. 32 p.

______. *Cores e formas*: segunda metade do século XX. Rio de Janeiro: Pinakotheke, 2002. 32 p.

SANTOS, Maria das Graças Vieira Proença dos. *História da Arte*. São Paulo: Ática, 1999. 280 p.

SEYMOR, Dale e Britton, Jill. *Introduction to tessellation*. New York: Dale Seymor, 1989. 256 p.

SCHAPIRO, Meyer*. Mondrian: a* dimensão humana na pintura abstrata. São Paulo: Cosac & Naify, 2001. 95 p.

SCHATTSCHNEIDER, Doris. *Visions of symmtry*: notebooks, periodic drawings, and related work of M.C. Escher. New York: W. H. Freman and Company: 1999. 354 p.

SPITERI, Maria José. *Antônio Lizárraga*: quadros em quadrados. São Paulo: Edusp, 2004. 192 p.

SOTO: a construção da imaterialidade. Disponível em: <http://www.objetosim.com.br/artes/soto/soto.htm>. Acesso em: 29 ago. 2006.

STRUIK, Dirk. *História concisa das matemáticas*. Lisboa: Gradiva, 1989. 360 p.

TAHAN, Malba. *O homem que calculava*. 52. ed. Rio de Janeiro: Record, 2000. 224 p.

TREVISAN, Amarildo Luiz. *Pedagogia das imagens culturais*: da formação cultural à formação da opinião pública. Ijuí: Ed. Unijuí, 2002. 215 p.

VALLIER, Dora. *A Arte abstracta*. Lisboa: Edições 70, 1980. 295 p.

Venâncio Filho, Paulo (Org.). *Soto:* a construção da imaterialidade. Rio de Janeiro: Centro Cultural Banco do Brasil, 2005. 168 p.

WASSILY Kandinsky. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1995. p. 61.

XAVIER, Maria Luiza M.. Escola e o mundo contemporâneo – novos tempos, novas exigências, novas possibilidades. In ÁVILA, Ivany Souza. *Escola e sala de aula, mitos e ritos*: um olhar pelo avesso do avesso. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 2004. p. 13-21.

ZAMBONI, Silvio. *A pesquisa em Arte*: um paralelo entre Arte e Ciência. 2 ed. Campinas: Autores Associados, 2001. 108 p.