

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
DIRETORIA DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA
LICENCIATURA EM MATEMÁTICA

MATEMÁTICA E ARTE: Ferramentas de Registro da Natureza Humana

Gislaine Durães Cruz

Diamantina
2015

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
DIRETORIA DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA
LICENCIATURA EM MATEMÁTICA

MATEMÁTICA E ARTE: Ferramentas de Registro da Natureza Humana

Gislaine Durães Cruz

Orientador(a): **Profa. Dra. Juliana Franzi**

Co-orientadora: **Profa. Dra. Adriana Assis Ferreira**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Licenciatura em Matemática
(DEAD/UFVJM), como parte dos requisitos
exigidos para a conclusão do curso.

Diamantina
2015

MATEMÁTICA E ARTE: Ferramentas de Registro da Natureza Humana

Gislaine Durães Cruz

Orientador(a): Profa. Dra. Juliana Franzl

Co-orientadora: Profa. Dra. Adriana Assis Ferreira

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Licenciatura em Matemática
(DEAD), como parte dos requisitos exigidos
para a conclusão do curso.

APROVADO em ... / ... / ...

Profª Ms. Mara Ramalho

Prof. Dr. Wagner Lannes

À todos que contribuíram para a realização
deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

À Deus primeiramente, à minha família pelo apoio incondicional, aos meus colegas e amigos pelo companheirismo, aos professores os quais tiveram que ter muita paciência comigo. E a todos que indireta ou diretamente me ajudaram na construção deste trabalho.

És um senhor tão bonito
Quanto a cara do meu filho
Tempo tempo tempo tempo
Vou te fazer um pedido
Tempo tempo tempo tempo

Peço-te o prazer legítimo
E o movimento preciso
Tempo tempo tempo tempo
Quando o tempo for propício
Tempo tempo tempo tempo

De modo que o meu espírito
Ganhe um brilho definido
Tempo tempo tempo tempo
E eu espalhe benefícios
Tempo tempo tempo tempo

ORAÇÃO AO TEMPO

Caetano Veloso

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1- Duomo e Campanário.....	22
FIGURA 2- Construção de portais, que utiliza pedra angular ou pedra de fecho.	23
FIGURA 3- Esquema geométrico da Cúpula da Catedral de Santa Maria del Fiore, Firenzi. Filippo Brunelleschi,	24
FIGURA 4- Esquema de construção da cúpula.	24
FIGURA 5- “Os retirantes” 1944 – Cândido Portinari Retirado de : http://www.doispensamentos.com.br/site/?p=61 acesso às 17:52 04/06/2015	29

LISTA DE TABELAS

TABELA 1- Sequência de Fibonacci, Número de pares de coelhos ao longo de 12 meses.	27
TABELA 2- Tabela dos 20 primeiros valores inteiros da Função $\pi(x)$	36

SUMÁRIO

Matemática e Arte: Ferramentas de Registro da Natureza Humana	1
AGRADECIMENTOS	5
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	7
LISTA DE TABELAS	8
Sumário	9
Matemática e Arte: Ferramentas de Registro da Natureza Humana	10
1. INTRODUÇÃO	10
CAPÍTULO I – Relacionando Matemática e Arte	13
1.1 ARTE E MATEMÁTICA: FERRAMENTAS DE LINGUAGEM	15
1.2. MAS AFINAL, O QUE É ARTE?	16
CAPÍTULO II – A Matemática a Arte e na Arquitetura	21
CAPÍTULO III - O Que é Beleza?	26
CAPÍTULO IV - O Tempo e o Infinito	32
4.1 A IDEIA DE INFINITO	32
4.1.1 Obras Primas e Números Primos.....	32
Considerações Finais:.....	39
Referências	40
SITE CONSULTADOS:	40
Autorização	42

Matemática e Arte: Ferramentas de Registro da Natureza Humana

"Conheça todas as teorias, domine todas as técnicas, mas ao tocar uma alma humana, seja apenas outra alma humana." (Carl Jung)

1. Introdução

O trabalho que aqui se apresenta reflete uma série de questões, indagações e reflexões aventadas por minha trajetória: especialmente pelo meu interesse pela Arte, como também enquanto aluna do curso de Licenciatura em Matemática (Diretoria de Educação a Distância - UFVJM). Tendo em vista minha vivência nessas duas esferas, cheguei a delinear o seguinte problema de pesquisa que orienta a presente investigação: **Quais as possíveis aproximações entre a Arte e a Matemática?**

Dito de outro modo interessa-me compreender em quais pontos a Arte se aproxima da Matemática e em quais pontos a Matemática pode se aproximar da Arte. Aliás, é possível tal aproximação? Ou estaríamos tratando de ramos completamente distintos: um mais marcado pelos aspectos racionais (a Matemática) e o outro mais marcado pelos aspectos afetivos, sentimentais (a Arte)?

Nosso objetivo é buscar os pontos de interseção entre uma e outra, compreendendo que esses pontos podem colaborar para o desenvolvimento de ambas. Agora, delinerei algumas questões gerais que contribuíram para que a presente proposta fosse construída. São reflexões e experiências que tenho carregado durante minha vida acadêmica e o presente trabalho contribuiu pessoalmente para que eu pudesse também percebê-las de uma maneira mais linear e formalizada.

Quem por alguma razão já passou a ter TOC (Transtorno –obsessivo- compulsivo) pode, as vezes, querer classificar tudo a sua volta, descobrir o padrão, fazer coleções e

desejar tudo completo, do início ao fim, a resposta definitiva e certa. O que mais me faz perder em pensamentos e obsessão são as estampas, não importa se geométricas, florais, xadrezas etc. Sempre me perco observando-as procurando o ponto onde elas se repetem e enquanto isso não acontece não consigo ficar em paz. Os barulhos ritmados de uma mesma nota como um assobiar de uma pessoa, deixam-me irritada, enjoada, quase como se estivesse em um barco. O que sempre me faz pensar: sempre estive em busca de classificar e ordenar tudo ao meu redor.

Por essa razão ao tentar responder perguntas que surgiram em meu caminho, e especialmente para responder a este problema de pesquisa, apoiei meu estudo em alguns textos chaves. São eles:

- “*O que é arte*”, de Jorge Coli (1983);
- “*O que é Beleza*”, de João Francisco Duarte Jr (1991);
- “*Beleza*”, de Roger Scruton (2013);
- “*Uma História da Simetria na Matemática*”, de Ian Stewart (2012).

Segundo a pesquisadora PIZZANI, (2012):

Uma pesquisa bibliográfica é uma das etapas da investigação científica e — por ser um trabalho minucioso — requer tempo, dedicação e atenção por parte de quem resolve empreendê-la. Trata-se do levantamento bibliográfico na busca do conhecimento com a intenção de facilitar o caminho percorrido pelo pesquisador até a informação desejada. PIZZANI, (2012) Disponível em: <http://www.sbu.unicamp.br/seer/ojs/index.php/rbci/article/view/522> Acesso: 20/07/2015

Uma descoberta que fiz durante o Curso de Matemática é que nem sempre há uma resposta numérica para uma questão: às vezes a resposta é uma equação ou aquele sinal de infinito, sem contar com as inúmeras vezes e, que as respostas são indeterminadas. Muitas vezes a “resposta” se encontra no processo e não no fim.

Isso também ocorre na Arte. Em um filme, por exemplo, o que vale é o momento em que se assisti. Há que se viver a experiência que o filme propõe aos seus observadores. E o que fazemos com nossas respostas? O que fazemos com os resultados de questões matemáticas ou impressões a respeito de um filme? Classificamos os resultados sentidos.

Depois de muito pensar, é fácil ver que temos respostas para perguntas “Como essa foto é bela?” E a foto é a resposta. Ou seja, tanto na Arte como na Matemática não temos

respostas para todas as coisas. Esta afirmação, no entanto, contraria meu desejo de viver em um mundo de certezas.

Não seria bom se tudo na Matemática e na vida tivesse uma resposta exata? Se como defendia Galileu Galilei a Matemática fosse o alfabeto com o qual Deus escreveu o universo as respostas poderiam ser encontradas na natureza ou no espaço mesmo que fosse no “Espaço abstrato das ideias”.

Neste trabalho busco explorar as aproximações entre os conceitos de Arte e Matemática.

Capítulo I – Relacionando Matemática E Arte

Há muito tempo busca-se um consenso quanto à definição do que é Matemática, o mais conveniente a nós aqui é a ideia defendida por Leibniz, de que a Matemática é uma linguagem que fundamenta o raciocínio em todas as Ciências. Para este autor: A Matemática é a honra do espírito humano (Leibniz¹). Já de Lakatos² vem à declaração: Aquele algo, por vezes claro... e por vezes vago... que é a Matemática. Nas últimas décadas do século XX tomou forma uma definição que tem ampla aceitação entre os matemáticos:

Matemática é a Ciência das regularidades. Segundo esta definição, o trabalho do matemático consiste em examinar padrões abstratos, tanto reais como imaginários, visuais ou mentais. Ou seja, os matemáticos procuram regularidades nos números, no espaço, na ciência e na imaginação e formulam teorias com as quais tentam explicar as relações observadas. Assim esta é a definição que adoto neste trabalho por entender que ela pode ajudar a responder a questão de pesquisa.

Desde os gregos, as relações entre Matemática e Arte têm espaço em diversos fóruns de discussão. Os Gregos acreditavam que era possível utilizar Matemática para poder compreender a beleza expressa na natureza e no corpo humano. Para eles os principais critérios de beleza são: a proporção, a simetria e o ritmo. Inclusive, atribuiu-se ao número de ouro resultado de uma proporção áurea a letra grega φ (fi), em homenagem ao grego Hermes De Fídias, arquiteto e escultor que usou dessa razão áurea em suas obras.

Os pitagóricos foram responsáveis pelas observações entre a relação das notas musicais e o comprimento das cordas do tetracórdio, sugeriram que a mesma harmonia deveria existir em todo o universo. Assim não apenas na arquitetura e na música várias formas de Arte tiveram influência deste período de busca da beleza pelos gregos.

Recentemente em uma entrevista³ realizada pelos pesquisadores, Luisa Massarani; Carla Almeida e José Claudio Reis, o escritor e professor Arthur I. Miller foi questionado:

¹ Gottfried Wilhelm Leibniz (Leipzig, 1 de julho de 1646 — Hanôver, 14 de novembro de 1716) foi um filósofo, cientista, matemático, diplomata e bibliotecário alemão.

² Imre Lakatos (Debrecen, 9 de novembro de 1922 — Londres, 2 de fevereiro de 1974) foi um filósofo da matemática e da ciência húngaro.

³ Arthur I. Miller Professor Emérito de História e Filosofia da Ciência Departamento de Estudos em Ciência e Tecnologia University College – Londres. Entrevista concedida a Luisa Massarani; Carla Almeida;

“Como você veio a se interessar pela interface entre Ciência e Arte?” Ao que Miller (2005) responde:

Durante toda a minha formação em Física, eu estava interessado de fato em entender a natureza das perguntas. Decidi, assim, alguns anos depois de receber o título de PhD em Física, aprofundar-me na História e Filosofia da Física. Lendo os artigos científicos originais em alemão sobre a Teoria da Relatividade e a Teoria Quântica, fiquei perplexo com a importância da imagem visual, com o modo pelo qual ela é formada em nossa mente, como é usada e armazenada. E, claro, quando estudamos imagem visual, somos levados naturalmente à relação entre Ciência e Arte e às noções de estética e beleza; o que são elas de fato? (MILLER, 2005, p. 2)

Arthur I. Miller (2005) escreveu o livro “*Einstein & Picasso: space, time, and the beauty that causes havoc*”, no qual estudou a vida e obra destes dois personagens e focou seu olhar especialmente em duas descobertas: uma de Einstein- a Teoria da Relatividade Espacial em 1905- e outra de Picasso que pintou *Les Demoiselles D’Avignon* em 1907.

Para ele estes foram os principais trabalhos de cada um, e o livro mostra que aconteceram simultaneamente, pois buscavam responder a mesma pergunta. Segundo Miller (2005), ambos respondiam cada um a sua maneira, as ideias revolucionárias da *avant garde*, movimento intelectual que abrangia toda Europa no início do século XX e questionava as visões clássicas sobre espaço e tempo – O ponto principal dos trabalhos de Einstein e Picasso.

Os alunos geralmente perguntam: “*Na vida onde é que eu vou usar a Matemática?*”; “*Pra que Arte?*”; “*Pra que serve a beleza?*” Mas, afinal, qual a importância da Arte, da Matemática e da beleza?

O fato é que a Arte, a Matemática e a beleza são remédios para a alma, alimentos para os sonhos futuros, curas e vacinas para projetos inacabados, dias cansativos, férias divertidas, e momentos inesquecíveis essenciais. As três nos convidam a pensar/refletir e começar a ter um modo diferente de ver as coisas.

1.1 Arte e Matemática: Ferramentas de Linguagem

Quando penso em algo que quero concretizar avalio: “*Essa ação é boa para mim?*”; “*É verdade que pode acontecer isso?*”; “*Isso é belo?*”. A ideia de almejar que o resultado final seja belo é o que me motiva em muitas ações. Acredito que a nossa consciência nos faz essas perguntas antes de todas e quaisquer ações: É bom continuar a ler este artigo?

Por uma questão de sobrevivência, o homem aprendeu a contar histórias, ele viu que se guardasse vivo na memória o erro que cometeu hoje, isso possibilitaria que no futuro, esse mesmo erro fosse evitado, assim de maneira mais abrangente somos o que somos graças aos conhecimentos herdados de nossos ancestrais, não apenas evoluímos muito e não cometemos alguns erros, mais também hoje temos todo conhecimento bom, do que deu certo. Imagine se cada geração fosse obrigada a gerar do nada, os conhecimentos como moradia, alimentação, transporte, muito provavelmente não teria a Ciência chegado ao que é hoje.

A Arte e a Matemática se apresentam como ferramentas/instrumentos que muitas vezes são utilizados para este fim. É quase infinita a quantidade de vezes que um matemático durante a resolução de um problema, retorna ao passado, seu ou não, e a várias passagens onde a ordem cronológica pouco importa, para recriar caminhos para solucionar a questão antes dada.

Antes mesmo de contar uma história antecipamos um “fio condutor”. Uma “inspiração”, talvez por já termos achado “a ideia de contá-la” bela. Beleza ponto de partida. Mas os caminhos que escolhermos, meios que usamos para contar também devem ser belos. Deve prender a atenção, interessar ao espectador? E o fim? Como é belo arrematar uma história? Entender toda ela? Os porquês todo matemático persegue. Para Ubiratan D’Ambrósio, (2001) ⁴ “O artista concretiza ou torna concreta as representações que ele tem através de uma obra de arte, o matemático torna concreto as representações que ele tem através de uma teorização, de uma explicação, de um resultado, de um teorema”.

⁴Ubiratran D’Ambrósio é matemático e professor universitário brasileiro. Doutor em Matemática, é um teórico da Educação Matemática e um dos pioneiros no estudo da Etnomatemática. Este trecho foi retirado do documentário Arte & Matemática. Idealizado pelo Professor de comunicação da UPS Luis Barco, 2001. <http://www2.tvcultura.com.br/artematematica/home.html>

1.2. Mas afinal, o que é Arte?

O que é Arte? Eu diria que a Arte é a técnica que o ser humano usa para recriar, organizar e guardar o seu mundo. Seu modo de expressar o que está sentindo. Quando questionados, os alunos citam formas de Arte: cinema, teatro, escultura, pintura, música, dança. Lá no decorrer da aula surge alguém para perguntar: “Mas então tudo é Arte?” Por que, se em tudo expressamos nossos sentimentos, como saber o que é Arte e o que não é?

Algumas coisas podem nos dar pistas de estarmos diante de uma obra de Arte: quando, por exemplo, a obra nos toca como expectadores de alguma maneira, ou seja, se quando ouvimos uma música ou vemos um desenho animado aquela obra nos toca de algum modo, coisas que nos fazem mudar de opinião, nos causam assombro, nos deixam mais felizes ou nos fazem chorar. Também temos pistas do que é Arte quando a obra é única e, portanto, pode-se identificar o autor. Quando você ouve uma música, imediatamente identifica quem seria o possível autor? Quem tem aquele estilo próprio?

Jorge Coli⁵ (1983), em seu livro “O que é Arte”, comenta:

O quadro, o concerto, o filme nos pregam peças, através de metamorfoses lentas, mas insidiosas e seguras. E não é tudo. Elas vão mais longe, e nos provocam, nos desafiam, nos iludem” (COLI, 1983, p. 80).

Coli (1983) focou seu olhar sempre em a uma relação espectador-obra; atentando-se para uma reflexão sobre o objeto produzido, acabado, destacando o sentido teórico e abstrato da Arte:

Daí a nossa incapacidade para defini-la numa fórmula clara e lógica. Isso significa renunciar a uma especulação filosófica sobre o problema, à segurança dos esquemas próprios ao pensamento teórico. Dizer o que seja Arte é uma coisa difícil. Tantas e tão diferentes são as concepções sobre a natureza da Arte (COLI, 1983, p.130).

⁵ Jorge Coli, brasileiro, natural de Amparo/ SP é um professor titular em História da Arte e da História da Cultura, no Instituto de Filosofia e Ciências Humanas da Unicamp e colunista do jornal Folha de S. Paulo.

O autor argumenta que podemos até saber dizer o que seja Arte, mas que dificilmente conseguimos defini-la. Em suas palavras “(...) assim, mesmo sem possuímos uma definição clara e lógica do conceito, somos capazes de identificar algumas produções da cultura⁶ em que vivemos como sendo Arte” (COLI, 1983, p.8).

Coli (1983) destaca ainda que “é importante ter em mente que a ideia de Arte não é própria a todas as culturas e que a nossa possui uma maneira muito específica de concebê-la” (COLI, 1983, p. 11). O livro nos dá um exemplo de quando pensamos em Arte africana, nos remetemos às esculturas e máscaras realizadas por tribos africanas, estes objetos não são para eles objetos de arte, são instrumentos de culto. Para eles elas não são, mais para nós, sim.

Em um subtítulo dedicado ao ‘acesso à arte’, Coli (1983) destaca o acesso à informação:

A frequência da arte depende, no entanto, de circunstâncias materiais, de meios concretos: ela não é dada a todos. (...) no sistema de ensino voltado para a formação a mais pragmática e tecnológica, sob o desinteresse e a incompetência dos ‘responsáveis’, e bombardeados por emissoras de rádio e TV regidas por um princípio absoluto do lucro, você se encontra numa situação de grande miséria cultural” (COLI, 1983, p.126).

Uma participação no programa “Talentos” na TVE, Geraldo Azevedo⁷ deu a seguinte declaração:

(...) A mídia não oferece nada para o público participar; sentir; se comover; fora as coisas das novelas (risos); mais estou dizendo assim de arte. Não tem. Já não existe música numa televisão séria, a não ser nestas televisões alternativas, que você vê uma coisa especial algo assim que lhe toque. Então existe esta carência, mais assim a música do mercado é uma música novamente passageira; uma música efêmera; uma música sem conteúdo. Hoje em dia quanto menos conteúdo tiver quanto mais eeeeeieieie; ouououou; aaaaa; melhor para decorar. De forma que a gente fica carente. Eu sinto que o público tem carência de música que defina

⁶Crenças e valores transmitidos socialmente e culturalmente (COLI, 1983).

⁷Geraldo Azevedo de Amorim é um compositor, cantor e violonista brasileiro, nascido em Petrolina, Pernambuco. Autodidata, aos 12 anos de idade já tocava violão. A citação é do programa Talentos Da emissora de televisão brasileira TVE disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=DtluoioYl7I> acesso em 05/06/2015.

talvez suas emoções. Que tradução suas emoções. Acho que o meu trabalho requer um pouco disso tudo, e que as pessoas vão lá desabafar suas emoções através das minhas músicas. Eu acho maravilhoso isso. (disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=DtluoioY17I> acesso: 15-07-2015)

Nessa direção, Coli 1983 em seu livro “O que é arte” afirma:

As poucas manifestações artísticas de algum interesse neste país são pouco frequentes, em geral muito caras e sempre se localizam nas grandes capitais. [...] os pingados espetáculos de prestígio a preços astronômicos não são certamente capazes de preencher as enormes lacunas culturais que vivemos. E como, evidentemente, a solução não está lamentáveis operações demagógicas que aparecem de quando em quando, **quem se interessa pelas artes no Brasil continua sendo fruto bizarro e teimoso.** [...] Apesar da ínfima parte consagrada a cultura, a TV, o rádio, o disco, a representação em cores, são, para muitos dentre nós, o único veículo que permite chegar à arte e nos familiarizarmos com as obras (COLI, 1983, p. 127).

O site museucasadeportinari.org.br é possível conhecermos várias obras de arte famosas de vários ângulos. Mais quantos de nós já frequentou ou se interessou pelo assunto? Este último ponto é algo que mesmo com as mudanças tecnológicas muito rápidas nestas últimas três décadas, onde muito se mudou; não apenas no acesso a informação como também ao modo de vida, as pessoas exercem novos trabalhos, e talvez até a despamonização⁸, ou seja, o processo que toma as pessoas a buscarem respostas e tudo mais rápido, para se economizar tempo, o resto do tempo das pessoas antes gasto com a apreciação da arte, a exemplo é substituído por mídias como vídeo games e redes sociais, ou então com trabalho. Quero aqui chegar a dizer que muitas vezes, temos ‘o tempo’ este *sempre corrido* por conta de prazos e etc., como inimigo quando se trata de dar atenção às Artes.

[...] Os homens de outrora eram grandes e belos (agora são crianças e anões), mas esse fato é apenas um dos muitos que testemunham a

⁸ Palavra criada pelo autor Mario Sergio Costella no vídeo: https://www.youtube.com/watch?v=ozxoOOaE__U (Acesso em 07/05/2015) Ele se refere a esse termo no sentido de que antes na produção da pamonha era uma atividade demorada que reunia toda a família. Hoje acontece uma inversão neste aspecto de vida quando se trata a família pois quando compramos a “pamonha de Piracicaba” acabamos por evitar todo seu tempo de produção mas logo assim, também estamos ganhando tempo, mas o que fazemos com nosso tempo ocioso?

desventura de um mundo que vai envelhecendo. A juventude não quer aprender mais nada, a ciência está em decadência, o mundo inteiro caminha de cabeça para baixo, cegos conduzem outros cegos e os fazem precipitar-se nos abismos, os pássaros se lançam antes de alçar voo, o asno toca lira, os bois dançam. Maria não ama mais a vida contemplativa e Marta não ama mais a vida ativa, Léa é estéril, Raquel tem olhos lubrificados, Catão frequenta os lupanares, Lucrécio vira mulher. Tudo está desviado do próprio caminho. Sejam dadas graças a Deus por eu naqueles tempos ter adquirido de meu mestre a vontade de aprender e o sentido do caminho reto, que se conserva mesmo quando o atalho é tortuoso" (ECO apud NASCIMENTO, 2004, s/p).

Um dos maiores vestígios do que estamos falando, está, por exemplo, no uso mais frequente e desnecessário das calculadoras, muitas vezes as pessoas não confiam em suas operações mentais. A ponto de chegarmos a pensar ser impossível entender, os trabalhos da Matemática, quando não é alguém superdotado, com múltiplas inteligências. E isso é um belo engano, qualquer um que se dedicar a estudar e muito pode sim entender qualquer trabalho científico que desejar.

Em um capítulo de nome: “A caricatura do prazer” (COLI, 1983), o autor argumenta existir um aspecto da Arte que todos sabemos, porém pouco nos questionamos, são eles: a distinção, e a valorização social de uma elite. Precisamos lembrar que existem as fortes marcas da cultura capitalista conduzindo o jeito de viver das pessoas, principalmente em nosso país, e aqui mesmo no Brasil o dinheiro é o que geralmente possibilita a apreciação de muitas obras de arte, que estão inacessíveis, na maioria das vezes a realidade financeira de muitos brasileiros, nas palavras de Coli: “Interessar-se pela arte significa ser mais 'culto', ter espírito 'mais elevado', ser diferente, melhor que o comum dos mortais” (COLI, 1983, p. 103). Esta é uma compreensão, a meu ver, equivocada que está no imaginário de muita gente.

Mauricio de Souza⁹ foi questionado uma vez se ele achava que iriam acabar as histórias em quadrinhos em gibis impressos, e na resposta ele acredita que não. Dá um exemplo de seu sobrinho que, enquanto joga vídeo game, ouve música e está conectado à redes sociais ao mesmo tempo. Porém quando o garoto pega um gibi novo, ele se

⁹ Mauricio Araújo de Sousa é um cartunista e empresário brasileiro. Um dos mais famosos cartunistas do Brasil, criador da "Turma da Mônica" e membro da Academia Paulista de Letras.

desconecta do mundo e dá atenção apenas ao gibi. Assim como o papel resiste forte às novas tecnologias nestes momentos, é possível ver que a tecnologia está aí, e é nós que decidimos onde e como vamos dar atenção (no sentido de, onde vamos gastar tempo) **na** TV ou no livro?

Coli (1983) afirma ser de muita importância à apreciação ao vivo, por assim dizer com a obra de arte, mais é preciso antes de tudo aprender a lê-la, a observá-la mais de perto, aprender a frequentar a arte, no sentido de fazer várias reflexões e descrições a cerca de um objeto só.

As técnicas de reprodução não são suficientes. Não é apenas necessário termos acesso as artes pelos álbuns, pelo rádio, pelos discos, pela televisão, é necessário também ir a museus, a concertos, a teatros, a cinemas, a exposições. É necessário visitar monumentos. É necessário poder ler (COLI, 1983, p 119).

A Arte, concordando com Coli (1983) é uma noção sólida e privilegiada, mas possui limites imprecisos. Para o autor responder com uma definição que parta da ‘natureza’ da Arte é tarefa vã, mas ele tenta indicar critérios:

Não existiriam em nossa cultura forças que determinem a atribuição do qualitativo *Arte* a um objeto? [...] para decidir se é Arte ou não, nossa cultura possui instrumentos específicos. Um deles e essencial, é o discurso sobre o objeto artístico, ao qual reconhecemos competência e autoridade. [...] nossa cultura também prevê locais específicos onde a Arte pode manifestar, quer dizer, locais que também dão estatuto de Arte a um objeto. Num museu numa galeria, sei de antemão que encontrarei obras de Arte (COLI, 1983, p.10)

Para sintetizar, usamos a argumentação de Duchamp: “São os ‘olhadores’ que fazem um quadro”. Qualquer objeto aceito como arte, torna-se artístico” (DUCHAMP, *apud* COLI, 1983, p.68). A arte é definida na relação de quem vê com o que está sendo contemplado.

CAPÍTULO II – A Matemática e a Arte na Arquitetura

Para D’Ambrósio¹⁰ (2001,s.p.) “Se diz que a Matemática é própria da espécie humana” Os homens das cavernas faziam Matemática. A Matemática é umas das coisas que fazemos naturalmente para sobreviver: dividimos a comida, contamos os dias, fazemos trocas, calculamos distâncias. Desenvolvemos nosso modo próprio de fazer Matemática. Por vezes nossa compreensão de conceitos matemáticos possibilita a criação de obras de Arte. Descrevemos a seguir um evento que ilustra.

Quando Filippo Brunelleschi¹¹ planejou a cúpula da Basílica de São Lourenço, em Florença, não havia à época estudos matemáticos que expressassem o que corresponderia ao seu objetivo final de construir a cúpula no alto da igreja. Assim este artista gerou conhecimentos que lhe permitiram a finalização do projeto. Ora para nos seres humanos comuns, como é possível construir uma meia esfera no alto de uma igreja sem apoios? Como é possível construir isso, sem que tudo isso caia? A cúpula foi construída usando um sistema de anéis egocêntricos. Seria a cúpula um problema matemático, físico e não artístico?

A matéria “Duomo de Florença e a espetacular cúpula de Brunelleschi”¹² (BRAGA, 2012) destaca que poucos prédios no mundo são tão maravilhosos e imponentes como a Catedral de Florença em beleza e grandiosidade. A igreja era muito grande e alta. E segundo a matéria:

Notabilizada por sua monumental cúpula - obra do celebre arquiteto renascentista Felippo Brunelleschi - e pelo campanário, de Giotto, a catedral é uma obra da arte gótica e da primeira renascença italiana considerada de fundamental importância para a História da Arquitetura, registro da riqueza e do poder da capital da Toscana nos séculos XIII e

¹⁰ D’Ambrósio disse isso no documentário: Arte & matematica de 2001
<http://www2.tvcultura.com.br/artematematica/home.html>

¹¹ Filippo Brunelleschi começou a vida como ourives e foi, posteriormente, um arquiteto, o pioneiro desta arte na Renascença. Entrou para a história ao concluir a Santa Maria del Fiore, em Florença, uma das primeiras catedrais em estilo renascentista.

¹² <http://bragaspelomundo.blogspot.com.br/>

XIV. A basílica é uma das maiores igrejas do mundo e sua cúpula foi a maior do mundo até a construção da Basílica de São Pedro, no Vaticano, que foi concluída em 1615. A cúpula de Brunelleschi continua sendo a maior cúpula de tijolos já construída. (disponível em: <http://bragaspelomundo.blogspot.com.br/> acesso em: 15-07-2015)



Figura 1 Duomo e Campanário¹³

Brunelleschi, inspirando-se no Pantheon¹⁴ - um domo circular que foi construído em 117-128 a.C com estruturas de apoio - projetou a primeira cúpula octogonal na história

¹³ Disponível em: <http://bragaspelomundo.blogspot.com.br/2012/02/florenca-o-duomo-e-cupula-de.html>

¹⁴ Panteão (em latim: *Pantheon*) é um edifício em Roma, Itália, encomendado por Marco Vipsânio Agripa durante o reinado do imperador Augusto (27 a.C.–14 d.C.) e reconstruído por Adriano por volta de 126 d.C. .Sua planta é circular com um pórtico de grandes colunas coríntias de granito (oito na primeira fila e dois grupos de quatro na segunda) suportando um frontão. Um vestíbulo retangular liga o pórtico à rotunda, que está coberta por uma enorme cúpula de caixotões de concreto encimada por uma abertura central (óculo) descoberta. Quase dois mil anos depois de ter sido construído, esta cúpula é ainda hoje a maior cúpula de concreto não reforçado do mundo . A altura até o óculo e o diâmetro da circunferência interior são idênticos, 43,3 metros .É uma das mais bem preservadas estruturas romanas antigas e permaneceu em uso por toda a sua história. Desde o século VII, o Panteão tem sido utilizado como uma igreja, dedicada à "Santa Maria e os Mártires" chamada oficialmente de *Santa Maria dei Martiri* (em latim: *Sancta Maria ad Martyres*) e informalmente de *Santa Maria Rotonda* . É uma basílica menor da Igreja Católica e foi uma diaconia até 1929 .

a ser construída sem uma moldura de madeira de apoio. Essa técnica é hoje uma prática comum mas foi revolucionária para o século XV.

Quando estamos construindo portais necessitamos no início de apoio, e são construídos dois lados, dois elos. Quando encaixada a dita “pedra angular” um elo se apoia no outro, e as duas na base, a estrutura fica firme, sem nenhum apoio a partir de então (Figura 3).

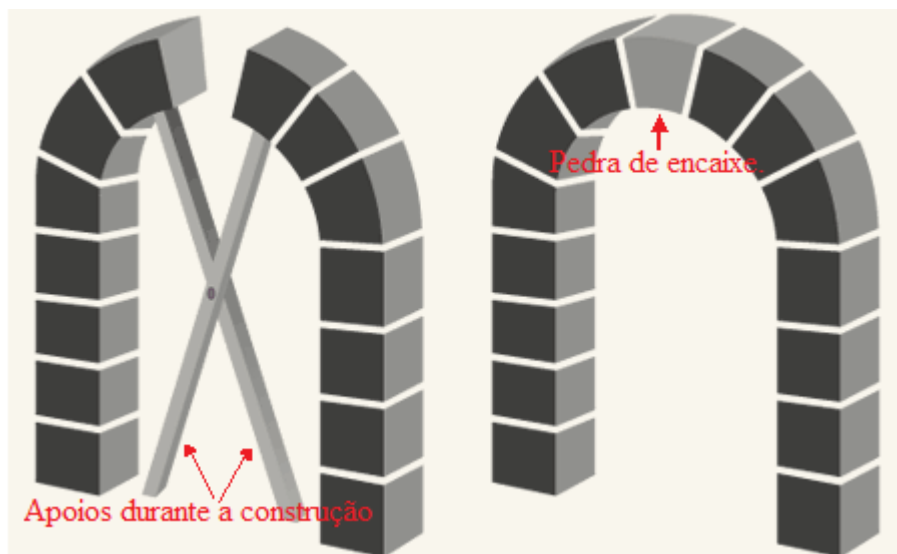


Figura 2 Construção de portais, que utiliza pedra angular ou pedra de fecho.

Brunelleschi usou uma serie de anéis de tijolos, dispostos de tal maneira que todos tinham o mesmo centro. E quando um anel estava sendo construído ele se apoiava no anterior, e em correntes que ficavam por dentro da torre, até o momento que se colocaria a pedra angular de cada anel.

A compreensão de Brunelleschi sobre alguns dos principais conceitos da Física e da Geometria ajudou a resolver este problema (...) Seu plano para a cúpula incluía conchas no interior e no exterior, que foram mantidas em conjunto com um anel e um sistema de nervura. O projeto também empregou um padrão em zigue-zague para manter os tijolos seguros apoiando-se uns aos outros durante o fechamento das paredes da cúpula, já que não existia qualquer tipo de escoramento. Brunelleschi ainda supervisionou a queima desses tijolos, já que estes eram um dos pontos chave de sua ideia.¹⁵

¹⁵ Disponível em: <http://bragaspelomundo.blogspot.com.br/2012/02/florenca-o-duomo-e-cupula-de.html>

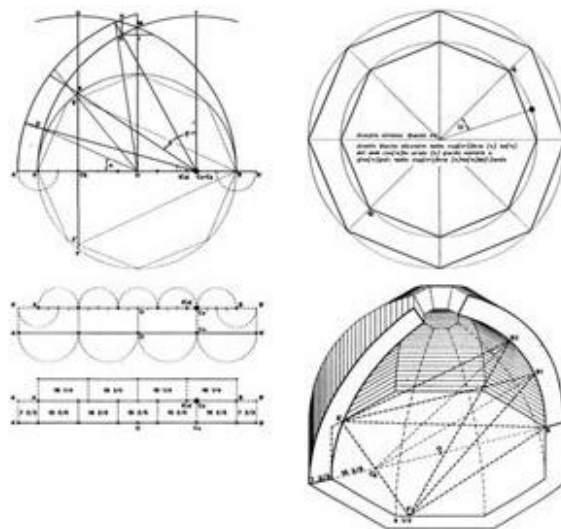


Figura 3- Esquema geométrico da Cúpula da Catedral de Santa Maria del Fiore, Firenzi. Filippo Brunelleschi¹⁶,

Na Figura 4 é possível notar o esquema geométrico pensado e empregado A Figura 5 também nos dá uma ideia de como a cúpula foi construída.

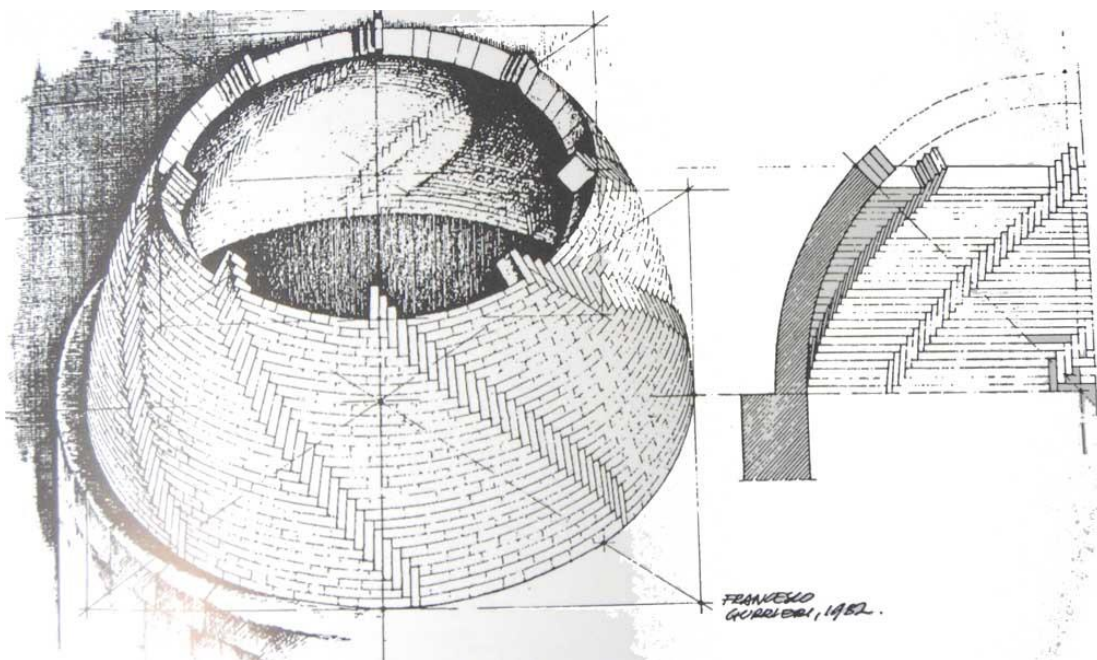


Figura 4- Esquema de construção da cúpula¹⁷.

¹⁶

Disponível em http://www.vitruvius.com.br/media/images/magazines/grid_9/1660_491-03.jpg

¹⁷

Disponível em <https://petcivilufjf.files.wordpress.com/2013/10/brunelleschi-dome-herringbone.jpg>

O exemplo aqui descrito exemplifica o que sempre pensei: não seria a Matemática uma forma de Arte? A arquitetura aparecia como um dos “casamentos” da Arte e da Matemática.

Ao longo da história as construções dizem muito sobre o modo como viviam, se expressavam e se organizavam os povos. São exemplos as pirâmides egípcias, o legado dos Babilônios, dos Incas, Maias etc. A arquitetura no Brasil tem um traço bem forte, suave e até privilegiado do artista Oscar Niemeyer. Das mãos de Joaquim Cardozo saíram os cálculos estruturais dos mais importantes monumentos da Capital Federal.

Homem Vitruviano¹⁸ é uma obra de Leonardo da Vinci. Vitrúvio já havia tentado encaixar as proporções do corpo humano dentro da figura de um quadrado e um círculo, mas suas tentativas ficaram imperfeitas. Foi apenas com Leonardo que o encaixe saiu corretamente perfeito dentro dos padrões matemáticos esperados. É interessante observar que a área total do círculo é idêntica à área total do quadrado (quadratura do círculo) e este desenho pode ser considerado um algoritmo matemático para calcular o valor do número irracional *phi* (aproximadamente 1,618).

A Matemática é assumida por mim, neste trabalho, como uma forma de Arte. Muitos trabalhos salientam a Matemática que há na Arte. Outros destacam a Matemática como produção artística. Aqui queremos refletir sobre as aproximações existentes entre a Arte e a Matemática.

O elo, o amálgama, que utilizamos para iniciar a reflexão sobre tal aproximação é o conceito de beleza.

¹⁸ É um desenho famoso que acompanhava as notas feitas pelo artista por volta do ano 1490 num dos seus diários. Descreve uma figura masculina desnuda separada e simultaneamente em duas posições sobrepostas com os braços inscritos num círculo e num quadrado. Atualmente faz parte da coleção da Gallerie dell'Accademia (Galeria da Academia) em Veneza, Itália.

CAPÍTULO III - O que é beleza?

A experiência do belo é uma espécie de parêntese aberto na linearidade do dia-a-dia (DUARTE JR, 1991, p. 33)

No livro “Beleza” Roger Scruton (2013) em um capítulo de título: “Beleza Mínima”, explica que o belo não seria belo, diante de muitas outras coisas belas. Os exemplos dele são de ruas e casas de arquiteturas planejadas apenas para serem úteis:

Poderemos compreender melhor a beleza se a descrevermos de uma maneira diferente e menos carregada, como se fosse uma forma de adequação ou harmonia. Se a todo o momento almejássemos o tipo de beleza suprema que a Santa Maria Saúde exemplifica, ficaríamos esteticamente sobrecarregados. Lutando lado a lado por nossa atenção, as obras primas mais charmosas perderiam sua distinção, vendo sua beleza entrar em conflito com a beleza das demais (SCRUTON, 2013, p. 22)

A beleza está ao nosso redor, interferindo na nossa vida e nas nossas escolhas. Duarte Jr.(1991) em seu livro “O que é beleza” chama a atenção para o conceito de estética:

Estética é a parcela da filosofia (e também, mais modernamente, da psicologia) dedicada a buscar sentidos e significados para aquela dimensão da vida na qual o homem experimenta a beleza. Estética é a ciência da beleza. Experiência estética é a experiência que temos frente a um objeto ao senti-lo como belo. O que acontece conosco frente a um quadro, uma canção, um filme, um poema, uma paisagem ou uma noite enluarada que nos leva a suspirar: “Como é bela!”? (DUARTE JR., 1991 p. 11).

E não se baseariam a Arte e a Matemática, em seus fundamentos, na estética?

Quanto mais simples e precisas mais “elegantes” são consideradas as teorias matemáticas. Ian Stewart, (2012, p.339) destaca: “Na Física, a beleza não garante automaticamente a verdade, mas ajuda. Na Matemática, a beleza deve ser verdade – porque as coisas falsas sempre são feias”. A Ciência descobriu que a “elegância” Matemática pode indicar a beleza da natureza.

O matemático Poincaré, aliás, dizia que a primeira coisa que ele verificava numa equação era sua qualidade estética, isto é, se ela se mostrava como bela. Neste sentido, comenta Michael Polanyi: “A afirmação de uma grande teoria científica é em parte uma expressão de deleite. A teoria tem um componente inarticulado que aclama sua beleza, e isto é essencial para a crença de que a teoria é verdadeira” (DUARTE JR., 1991 p. 12).

Ainda no século V a.C os gregos perceberam que um retângulo possuía uma proporção agradável a vista quando seu comprimento e largura estão em uma proporção que converge para o número de ouro ou número áureo.

Arquitetos e pintores usaram esta proporção ao longo dos anos. Os matemáticos também a observaram em suas teorias. Passemos a um exemplo: a sequência de Fibonacci¹⁹.

Fibonacci escreveu um livro em que aplicava o uso dos novos numerais e alguns métodos de cálculo. O livro continha ainda uma coleção de problemas matemáticos e dentre eles um problema era a reprodução de casais de coelhos. Todos sabemos que os coelhos se reproduzem rapidamente. Fibonacci propôs a seguinte questão: um casal de coelhos procriam uma vez por mês. Estes filhotes levam dois meses para crescerem e se reproduzirem e geram um novo casal de coelhos. Ao longo de 12 meses quantos coelhos são gerados a partir de um único casal?

Tabela 1- Sequência de Fibonacci, Número de pares de coelhos ao longo de 12 meses.

mês	par	mês	par
1°	1	7°	13
2°	1	8°	21
3°	2	9°	34
4°	3	10°	55
5°	5	11°	89
6°	8	12°	144

¹⁹ Leonardo Fibonacci, foi um matemático italiano, tido como o primeiro grande matemático europeu da Idade Média. É considerado por alguns como o mais talentoso matemático ocidental da Idade Média.

A solução deste problema é uma sequência de números que possuem uma propriedade curiosa: A partir do terceiro termo cada número é obtido pela soma dos dois anteriores: $2 = 1 + 1$; $3 = 2 + 1$; $5 = 3 + 2$; $8 = 5 + 3$. Assim segue indefinidamente esta sequência de números 1,1,2,3,5,8,... ficou conhecida como sequência de Fibonacci e aqui encontramos um fato: se pegarmos os números da sequência de Fibonacci a partir do segundo número e dividimos pela sequência a partir do primeiro número, vamos obter valores que convergem para o número 1,6180... ou seja o número de ouro.

É curioso também pensar que algumas plantas e árvores crescem de acordo com a sequência de Fibonacci.

Não é coincidência que a natureza tenha alguma sequência de números ou alguns números que são fixos em seus organismos. Então por exemplo eu sei dizer para você se uma planta é ou não da família do lírio mesmo que venha do Japão ou Nepal, e eu nunca tenha visto. Simplesmente por conhecer o número de pétalas ou de estruturas sexuais que esta planta têm, então eu não sei exatamente te dizer se a natureza sabe contar, mas sem dúvida ela segue alguns padrões matemáticos de uma organização que permite que a gente como Biólogo reconheça esses padrões e possa lançar mãos deles para organizar e classificar a natureza, de maneira que for mais conveniente. (SANO²⁰, 2001,s.p.)

Os rostos que nos parecem belos possuem também proporções áureas. Seria, portanto, a beleza determinada a partir de medidas? Seria uma forma simplista de pensar já que também nos parecem belos outras formas que não atendem a razão áurea.

A beleza é uma maneira de nos relacionarmos com o mundo. Não tem a ver com formas, medidas, proporções, tonalidades e arranjos pretensamente ideais que definem algo como belo (DUARTE JR. 1991, p. 13). A beleza não diz respeito às qualidades dos objetos, mensuráveis e normatizáveis. Diz respeito à forma como nos relacionamos com eles. Beleza é a relação entre o sujeito e o objeto.

As obras de Arte também são entendidas e sentidas dependendo do momento em que a contemplamos. Vamos a um exemplo: uma belíssima obra de arte, de grande poder de enriquecimento e elevação do espírito é a obra: “Os retirantes” 1944 – Cândido Portinari

20

Prof. Dr. Paulo Takeo Sano - Botânica USP
<http://www2.tvcultura.com.br/artematematica/home.html>

(fig.6). Nesta obra são “ilimitados” os sentimentos bem como os discursos sobre os significados. Hoje em dia quando a vemos, o Brasil de certa forma mudou a ponto, de novos retirantes da nossa época não mais serem retratados assim, por essa razão nosso olhar diante dessa obra é muito diferente do que teríamos diante dela na época em que foi pintada, assim quando identificamos o autor (artista) como Portinari, nós viajamos no tempo, para tentar especular os motivos pelo qual a obra foi feita, ou que o artista gostaria de transmitir, assim a relação entre artista e expectador se faz.



Figura 5- “Os retirantes” 1944 – Cândido Portinari Retirado de :
<http://www.doispensamentos.com.br/site/?p=61> acesso às 17:52 04/06/2015

Os discursos que determinam o estatuto da arte e o valor de um objeto artístico são de outra natureza, mais complexa, mais arbitrária que o julgamento puramente técnico. São tantos os fatores em jogo e tão diversos, que cada discurso pode tomar seu caminho. Questão de afinidade entre a cultura do crítico e a do artista, de coincidências (ou não) com os problemas tratados, de conhecimento mais ou menos profundo da questão e mil outros elementos podem entrar em cena para determinar tal ou qual preferência (COLI, 1983, p.17).

E é essa última frase que expressa e resume toda a ideia de estilo. Assim estabelecemos uma relação de observador e objeto, onde o discurso é construído pelo sujeito observador diante de vários aspectos por ele vividos. Assim como o modo de vida, bem como os próprios “sujeitos” observadores críticos e formadores de discursos, vai estar sempre mudando, este discurso também vai sofrendo mutações a ponto de **pensarmos que nada é eterno**, no livro Jorge Coli (1983), cita o exemplo de Rafael e Fídias, dois pilares da história da arte.

Onde inúmeras gerações de artistas, referiram a eles como mestres. Não obstante, no começo do nosso século foram assimilados a uma arte convencional, a modelos de escola, a patronos do ‘academicismo’ e viram sua estabilidade de grandes gênios abalada; ao ‘convencionalismo’ que representavam preferiu-se uma arte mais conforme ao espírito de inovação do tempo, um ‘primitivismo’ mais espontâneo: exalta-se, por exemplo Uccello e a escultura arcaica. Foi preciso esperar algum tempo para que, novamente, eles se reerguessem como faróis, embora certamente menos incontestados do que antes (COLI, 1983, p.19).

Contudo percebemos então o qual grande é intromissão do tempo no modo como a Arte se apresenta na história. “Grandes movimentos da história da Arte, conheceram trajetórias de forte oscilação entre o interesse e o desprezo” (COLI, 1983, p.21).

Dá para perceber o quão desigual, e imprevisível pode ser o tempo, com a arte e os artistas ao longo destes. Assim os impressionistas não eram em seu tempo tão invocados artistas, quanto foram depois, e as características que estes empregavam em suas obras, não eram vistas pelo público (a sociedade), com os ideais que se esperavam de uma obra de arte na época. Mais também a arte de cada época era muito diferente, e temos de levar em conta também a forma de se viver e se fazer arte em cada tempo: o que a sociedade pensava, os materiais disponíveis, e o que já se tinham feito até ali.

Para finalizarmos este capítulo voltamos à ideia de pensarmos Matemática como Arte e tão dependente do tempo e do discurso como a Arte.

Cada época, portanto, desenvolve uma relação entre Matemática e Arte, criando e desenvolvendo Arte a partir de preceitos sociais, econômicos, filosóficos. Entender como cada povo pensou e pensa a elaboração de sua Arte, ou como cada artista imerso em sua cultura cria Arte, significa compreender que a obra de arte não é a representação de algo em si, imanente e transcendental, mas de um campo de ideias e de conhecimentos possíveis àquela época, ou, pode-se dizer, de formas de pensamento. Além disso, significa ver que fomos criados, educados numa estética de beleza, rigor, harmonia onde a Matemática funciona como o aparato técnico da representação artística. (ZAGO e FLORES, 2010 p.339).

Percebe-se assim que em nome da beleza, Matemática e Arte caminham juntas na história.

CAPÍTULO IV - O tempo e o infinito

4.1 A Ideia de Infinito

Uma das coisas quase impossíveis e tão complexas quanto de se descrever a razão na Arte, é descrever o que seja infinito. Bertrand Russel (1981) no seu livro “Introdução à filosofia Matemática”, no qual ele tratou de colocar em palavras várias ideias matemáticas estudadas em Lógica, Álgebra e Fundamentos de Análise Real. Russel (1981), afirma no prefácio da obra supracitada: “A natureza da infinidade e da continuidade, por exemplo, pertenceu antigamente à filosofia, mas hoje faz parte da Matemática” (RUSSEL, 1981, p. 10). Essa característica peculiar da Matemática, a ideia de infinito, talvez nos ajude a compreender as devidas interpretações possíveis que se pode haver diante de uma obra de arte qualquer. Uma obra de arte pode ter infinitas razões de ser. Entender o que é infinito na ciência é um passo muito importante que os alunos de Matemática devem dar. O conceito de tempo, é o mais fácil, para tentarmos dar esse passo, podemos projetar o conceito de tempo para entender o infinito.

A consideração de *tempo* como ideia, para se entender infinito, tanto na Arte quanto na Matemática e para que essa seja bem compreendida em nosso contexto, está aos *movimentos artísticos* e às *Obras primas*. Neste trabalho, me dedico, por questão de tempo e espaço à segunda ideia.

4.1.1 Obras primas e números primos

O conceito de obra prima é trabalhado no livro de Coli (1983), brevemente o autor explica que este conceito antigamente, não era o mesmo que hoje. E explica como surgiu. Antes a obra prima de um artista era a sua primeira obra, que continha todos os saberes técnicos que um artista deveria saber. Então prima vem de primeira. Hoje em dia, este conceito; observando individualmente cada artista, representa outra coisa. Traz a ideia de

que no conjunto de obras deste artista existe uma obra prima, e ela é o clímax, a melhor dentre todas não importa a ordem cronológica que foi feita.

Como o conjunto de obras deste artista, é pequeno diante da grandeza de obras de arte que já foram sendo e serão produzidas, é muito fácil dizer o que seja obra prima. Mais a ideia de obra prima, que temos quando ouvimos esta sentença é outra: Obra prima seria aqui como aquela obra, na qual por sua distinção, não se compara a nenhuma outra, de qualquer época ou artista.

Daí, estamos, citando um conjunto bem maior, não é mesmo? O que estamos fazendo é falando de um conjunto infinito de obras de arte, e o que procuramos é um objeto artístico atemporal, que personifica as imagens que temos de “obra prima” como única, inigualável. Mais, vejamos quantas e quantas pessoas já sentiram isso, diante de uma musica de Bach²¹?

Então aqui traçamos duas maneiras de pensar na sentença: Obras primas. i) como um conjunto pequeno, e sendo o melhor daquele conjunto. ii) como um conjunto infinito, que possui passado presente futuro. E sendo neste conjunto, obras únicas, incomparáveis e atemporais, por suas indiscutíveis características, distintas das demais. Vendo desse modo, podemos comparar obras primas com um conceito matemático tão enigmático quanto. Os números primos, não apenas pelo seu início, mais pelos meios e fins e olhares de hoje. E menos ainda pela (não tão coincidência assim) de seus nomes: Obra primas e números primos. Mais sim pela natureza “estranha destes dois”. Vamos observá-los.

Segundo uma publicação da UEPA²² intitulado no capítulo 7: “Números Primos” escrito pelo Prof. Rubens Vilhena Fonseca,²³

A noção de número primo foi, muito provavelmente, introduzida por Pitágoras, 530 AC, sendo que a mesma desempenhou um papel central tanto na Matemática como no misticismo pitagórico. A escola pitagórica

²¹ **Johann Sebastian Bach** (Eisenach, 21 de março de 1685— Leipzig, 28 de julho de 1750) foi um compositor, cantor, cravista, maestro, organista, professor, violinista e violista oriundo do Sacro Império Romano-Germânico, atual Alemanha. Cedo mostrou possuir talento e logo se tornou um músico completo. Estudante incansável adquiriu um vasto conhecimento da música europeia de sua época e das gerações anteriores.

²² UEPA Universidade Estadual do Pará _ Centro de Ciências Sociais e Educação. Disponível em: http://ccse.uepa.br/downloads/material_2011/NUMEROS_PRIMOS.pdf com acesso em 07/05/2015

²³ **Prof. Rubens Vilhena Fonseca** Coordenador geral dos cursos de matemática da UEPA

dava grande importância ao número um, que era chamada de unidade (em grego: Monad). Os demais números inteiros naturais – o 2, 3, 4, etc – tinham caráter subalterno, sendo vistos como meras multiplicidades geradas pela unidade e por isso recebiam a denominação de número (em grego: Arithmós). Entre os pitagóricos a preocupação com a geração dos números não parava por aí. Já o próprio Pitágoras teria atinado que existem dois tipos de arithmós: • Os protoi arithmós (números primários ou primos), que são aqueles que não podem ser gerados – através da multiplicação – por outros arithmós, como é o caso de 2, 3, 5, 7... • Os deuterói arithmós (números secundários), podem ser gerados por outros arithmós, por exemplo, $4 = 2 \cdot 2$, $6 = 3 \cdot 2$, etc. (FONSECA, 2011, s.p.).

Percebemos que, o que acabamos de nos atentar a pouco, sobre o surgimento da sentença obra prima, de primeira e obra, com todos os requisitos técnicos, facilmente pode ser traduzido pelo ideal de números primos na época pitagórica.

Em torno de 1200 dC iniciou o renascimento científico e matemático pela Europa, com o afluxo das obras árabes e a tradução das obras gregas preservadas no Mundo Islamita. É dessa época um dos mais influentes livros de todos os tempos: o Liber Abacci, de Fibonacci. Esse grande matemático, que havia estudado entre os muçulmanos do Norte da África, diz que acha melhor dizer primus em vez do *incomposto* preferido pelos árabes. Ficou assim, definitivamente, consagrada a denominação número primo na Europa (FONSECA, 2011, p. 6).

Mas, o que é mesmo, o conceito de número primo? Que natureza um número deve ter para ser considerado primo? Disso todos nós já sabemos: diz-se que um número positivo $p > 1$ é um número primo ou apenas um primo se, e somente se, 1 e p são seus únicos divisores positivos. Um inteiro maior que 1 e que não é primo diz-se composto.

Daí na escola quando crianças, aprendemos um pequeno conjunto de números primos, naturais e mais próximos de zero, são eles: 2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23, 29, 31, 37, 41, 53, 59... Aprendemos obrigatoriamente que estes números, e que são primos pois, aplicamos ainda na escola, para resolver raízes quadradas calculando MDC. Às vezes, estes cálculos, mesmo muito úteis, e que são de fundamental compreensão na vida Matemática, acabam que por pelo fato de não se usar, mesmo, nós não nos questionamos e quanto aos outros números primos? Assim passamos a vida sempre com a intuição de que números primos são apenas estes. Consideramo-los um conjunto pequeno. E “odiamos” quando temos uma quantidade prima de objetos, na vida real, para dividir entre as pessoas.

Não importa a quantidade, “quantidades primas” só dividem para uma pessoa, ou para o mesmo número de pessoas, a ponto que cada um, receba um. E esta propriedade não torna estes números especiais únicos, complexos e matérias brutas? Mesmo se existisse um conjunto finito de números naturais, os números primos, seriam por sua definição os “únicos”, “originais” e deles poderíamos formar qualquer outro número, ou seja, seria eles o melhor daquele conjunto! Não importando onde eles aparecem neste caso.

Euclides²⁴ provou: “Há um infinito de primos”.

Uma questão natural sobre os números primos é a de determinar, dentre os inteiros positivos, todos os números primos até certo número dado. Esta questão também foi resolvida na antiguidade por Eratóstenes. A ele devemos o chamado Crivo de Eratóstenes. Com o crivo de Eratóstenes podem-se determinar, sem auxílio de máquinas, todos os números primos até 200, 400 ou 500, por exemplo. Com o auxílio de computadores, o crivo de Eratóstenes, convenientemente adaptado, permite determinar os números primos até limites bem altos. Mesmo antes dos computadores, já haviam sido determinados os números primos até 10.000.000. Isto ocorreu por volta de 1914, por obra do matemático americano D. N. Lehmer. Dois outros matemáticos (Bays e Hudson) calcularam, em 1976, (usando computadores, evidentemente!), a tabela dos números primos até 12×10^{11} . Além disso, há tabelas de números primos em determinados intervalos de inteiros e conhecem-se também números primos bem grandes, como o número $2^{44497} - 1$, que possui 13395 algarismos!” (FONSECA, 2011, p.12-13).

Com o surgimento de tantos, ou melhor, infinitos números primos nos perguntamos sobre a frequência que eles aparecem na “ordem clássica” $(n+1)$ do conjunto dos números Naturais.

E agora pensando em arte, qual a frequência que vemos uma obra de arte que seja uma obra prima? Quando o homem começou a classificar os objetos artísticos como arte, ele facilmente encontrava-se com obras que fossem únicas e inovadoras. Conforme o tempo foi passando obviamente, como a oferta de arte aumentou e muito, coisas parecidas e até mesmo ambíguas começaram a surgir, assim a frequência que apareciam as obras verdadeiramente primas, ia cada vez mais sumindo.

²⁴ **Euclides** de Alexandria (em grego antigo: Εὐκλείδης *Eukleidēs*; fl. c. 300 AC) foi um matemático platônico e escritor possivelmente grego, muitas vezes referido como o "Pai da Geometria". Além de sua principal obra, Os Elementos, Euclides também escreveu sobre perspectivas, secções cônicas, geometria esférica, teoria dos números e rigor.

Daí vem uma pergunta: Você acredita que o homem vai parar de produzir/criar obras primas na Arte? Eu não creio nisso. Na Matemática para os números primos, os homens buscavam uma “fórmula”, que generalizasse a ocorrência dos números primos. Uma espécie de máquina que sempre resultaria, quando colocasse números naturais (matéria bruta), números primos. Só que esta empreitada não é tão simples, talvez um dia veremos se abrir esta porta na ciência.

Quando observamos a frequência que os números primos aparecem, percebemos que quanto mais próximo de números grandes eles estão menos frequentes eles ficam! Para qualquer número real $x > 0$, seja $\pi(x)$ o número de primos $p \leq x$, isto é, $\pi(x)$ é quantidade dos números primos menores que ou iguais a x .

Tabela 2- Tabela dos 20 primeiros valores inteiros da Função $\pi(x)$

X	$\pi(x)$
1	0
2	1
3	2
4	2
5	3
6	3
7	4
8	4
9	4
10	4
11	5
12	5
13	6
14	6
15	6

16	6
17	7
18	7
19	8
20	8

Nota: Um problema prático, onde as propriedades dos números primos têm reflexos importantes, é o problema do reconhecimento da fala por computadores que exige o desenvolvimento de algoritmos tão rápidos quanto possível para a decomposição de sons nas suas frequências fundamentais, uma técnica conhecida como Análise de Fourier. A velocidade teórica máxima desses algoritmos esta diretamente relacionada com a função $\pi(x)$ que fornece o numero de primos menores que ou iguais a x. (FONSECA, 2011, s/p).

Perante tais esclarecimentos comparo os números primos às obras primas. Para mim os números primos são as obras primas da Matemática. E se obras primas existem tanto nas Artes, quanto na Matemática, elas possuem caracteres próprios, que os homens ainda não desvendaram por completo, sempre e sempre iram intrigar, e perturbar o sono dos mais despercebidos e daqueles que acham que não podemos avançar mais do que onde estamos.

Ainda no campo científico Coli (1983) escreve que vários artistas se apoiam na ciência para realização de seus projetos e cita exemplos, um deles vale a pena transcrever aqui:

Alberti, no século XV, propunha a construção de seus edifícios a partir de rigorosas proporções matemáticas. Depois de terminadas a obra, no entanto, ela se amplia de tal forma o campo de seus múltiplos sentidos que ultrapassa de longe o esqueleto matemático, chegando a um horizonte que este nunca poderá atingir, onde as comunicações são possíveis unicamente pelos meios da não- razão.” (COLI, 1983, p. 106)

Para resumir a ideia levantada, Coli depois de alguns exemplos pontua:

Mas não se reduzem aos fins que se propuseram, pois são passíveis de leituras diferentes, novas, outras, ambíguas. Porque sua riqueza intrínseca faz explodir os limites de sua “mensagem”.[...] Não se acomodando as normas, a arte sempre se desvia por caminhos incontrolláveis, mesmo quando aparentemente obedece. E se, em certas circunstancias, podemos acreditar que um “engajamento” da produção artística. Seja útil ou

louvável, não devemos esquecer que há um poder “subversivo” mas profundo em sua insubordinação irreprimível.” (COLI, 1983, p. 107)

Para mim este dito “poder subversivo”, está indiretamente ligado ao tempo e expectadores de uma obra de arte, e diretamente ligado a ideia de infinito que busco compreender, como matemático(a) que sou, sempre procurando regularidades e examinando padrões abstratos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS:

Retomando o problema de pesquisa que orientou o presente trabalho – *quais as possíveis aproximações entre a Arte e a Matemática?* – é possível observar alguns elementos que nos auxiliam a vislumbrar os pontos de interseção entre uma e outra. Tanto a Arte como a Matemática são ferramentas de registro da natureza. Ambas colaboram para registrar a História da humanidade.

A ideia do tempo é uma aproximação entre a Matemática e a Arte já que tanto a obra de arte quanto as teorias matemáticas são fortemente influenciadas pela época histórica em que acontecem.

A Matemática se aproxima da Arte quando se apresenta de forma elegante e simples. A Arte se aproxima da Matemática quando conscientemente ou intuitivamente usamos ideias matemáticas para criar obras de artes consideradas belas. Nesse sentido, ao longo dos estudos que me permitiram concretizar essa monografia, deparei-me com o conceito de beleza. Tal conceito mostrou-se fundamental para apontar um interessante ponto de interseção entre a Arte e a Matemática. Mais precisamente me deparei com o conceito de estética, presente tanto na Matemática como também na Arte. Tal conceito revelou-se como um eixo comum nos dois ramos e mostrou-se como um caminho interessante no sentido de me auxiliar a responder o problema de pesquisa.

Finalizo, pois, atentando para o fato de que a escola poderia/deveria se apropriar de maneira benéfica da proposta que fazemos: de trabalhar com os pontos de interseção entre a Arte e a Matemática. Contudo, destaco que não adentrarei nessa questão por não constituir um objetivo desse trabalho. Porém finalizo nesse ponto, deixando essa questão em aberto e entendendo que, quiçá, ela possa ser abordada em outros futuros trabalhos.

REFERÊNCIAS

ARTHUR, Miller I. **Einstein, Picasso: Space, Time and the Beauty That Causes Havoc** Basic Books, 2005.

COLI, Jorge, **O que é arte**. 3ªed. São Paulo: Brasiliense, 1983

DUARTE JR., João Francisco. **O que é Beleza**. 3ª ed. São Paulo: Brasiliense, 1991

MAY, KENNETH O. MAY, 1975 **Vícios Historiográficos/ Universidade de Toronto**
Publicado em Historia Mathematica 2 (1975), 185-187 e 315-317

SCRUTON, Roger. **Beleza** Tradução: Hugo Langone **Editora:** Editora É Realizações, 2013

STEWART, Ian 2012 **Uma História da Simetria na Matemática**. Editora: Zahar, 2012

RUSSELL, Bertrand. **Introdução à Filosofia Matemática** **Editora:** Zahar, 1981

ZAGO, Hellen da Silva; FLORES, Cláudia Regina. Uma proposta para relacionar arte e educação matemática. **Relime**, México , v. 13, n. 3, nov. 2010 .

SITE CONSULTADOS:

AZEVEDO, Geraldo. Programa Talentos Da emissora de televisão brasileira TVE.
Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Dtluo0Y17I> acesso: 15:15 hs
05/06/2015

DVD- Arte & Matemática 2001, <http://artenaescola.org.br/dvdteca/catalogo/dvd/115/>

<https://catalisecritica.wordpress.com/2014/07/10/resenha-o-nome-da-rosa-umberto-eco/>

<http://biblioteca.folha.com.br/1/02/trechos.html>

<http://www.doispensamentos.com.br/site/?p=61>

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-59702006000500013
acesso: 13/06/2015

<http://bragaspelomundo.blogspot.com.br/2012/02/florenca-o-duomo-e-cupula-de.html>

http://cultura.elpais.com/cultura/2012/08/21/actualidad/1345563468_581914.html

<http://www.mat.ufrgs.br/~portosil/passa7d.html> acesso em 13/06/2015 as 11:18

<http://www.mundoeducacao.com/matematica/frequencia-relativa.htm>

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1665-24362010000300005&script=sci_arttext

http://www.vitruvius.com.br/media/images/magazines/grid_9/1660_491-03.jpg

<http://www2.tvcultura.com.br/artematematica/home.html>

https://www.youtube.com/watch?v=ozxoOOaE__U (Acesso em 07/05/2015)

PIZZANI, Luciana, SILVA, Rosemary Cristina da, BELLO, Suzelei Faria, HAYASHI, Maria Cristina Piumbato Innocentini **A arte da pesquisa bibliográfica na busca do conhecimento v. 10, n. 1 (2012). Disponível em:**
<http://www.sbu.unicamp.br/seer/ojs/index.php/rbci/article/view/522> Acesso:
20/07/2015

UEPA Universidade Estadual do Pará _ Centro de Ciências Sociais e Educação. Disponível em: http://ccse.uepa.br/downloads/material_2011/NUMEROS_PRIMOS.pdf com acesso em 07/05/2015

AUTORIZAÇÃO

Autorizo a reprodução e/ou divulgação total ou parcial do presente trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, desde que citada à fonte.

Gislaine Durães Cruz
gislaine.lorran@gmail.com

UFVJM- Universidade Federal Dos Vales Dos Jequitinhonha e Mucuri

Campus I - Diamantina/MG
Rua da Glória, nº 187 - Centro - CEP 39100-000
Telefones: +55 (38) 3532-6000 e (38) 3532-1200

Campus JK - Diamantina/MG
Rodovia MGT 367 - Km 583, nº 5000
Alto da Jacuba CEP 39100-000
Telefone: +55 (38) 3532-1200 e (38) 3532-6000