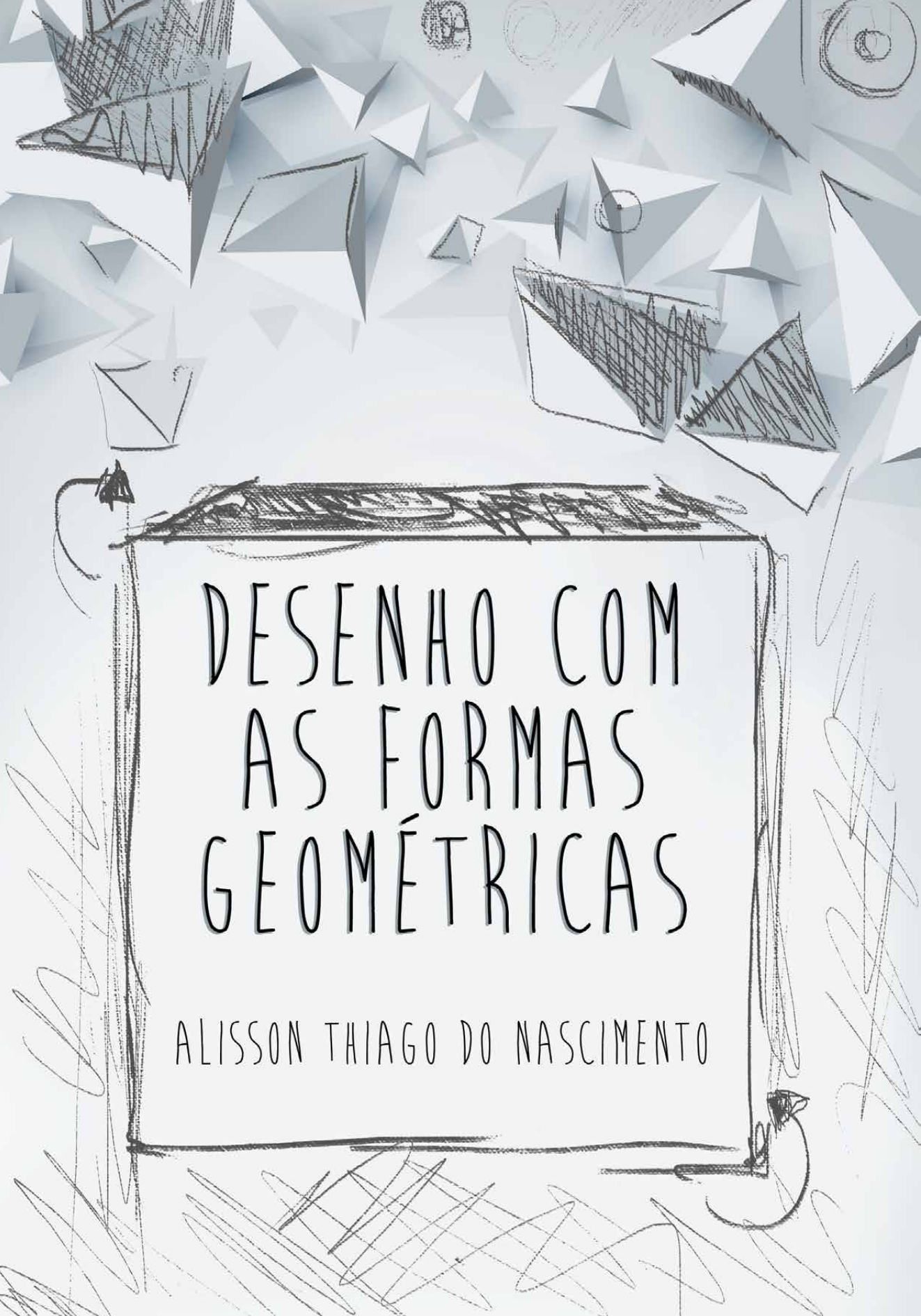
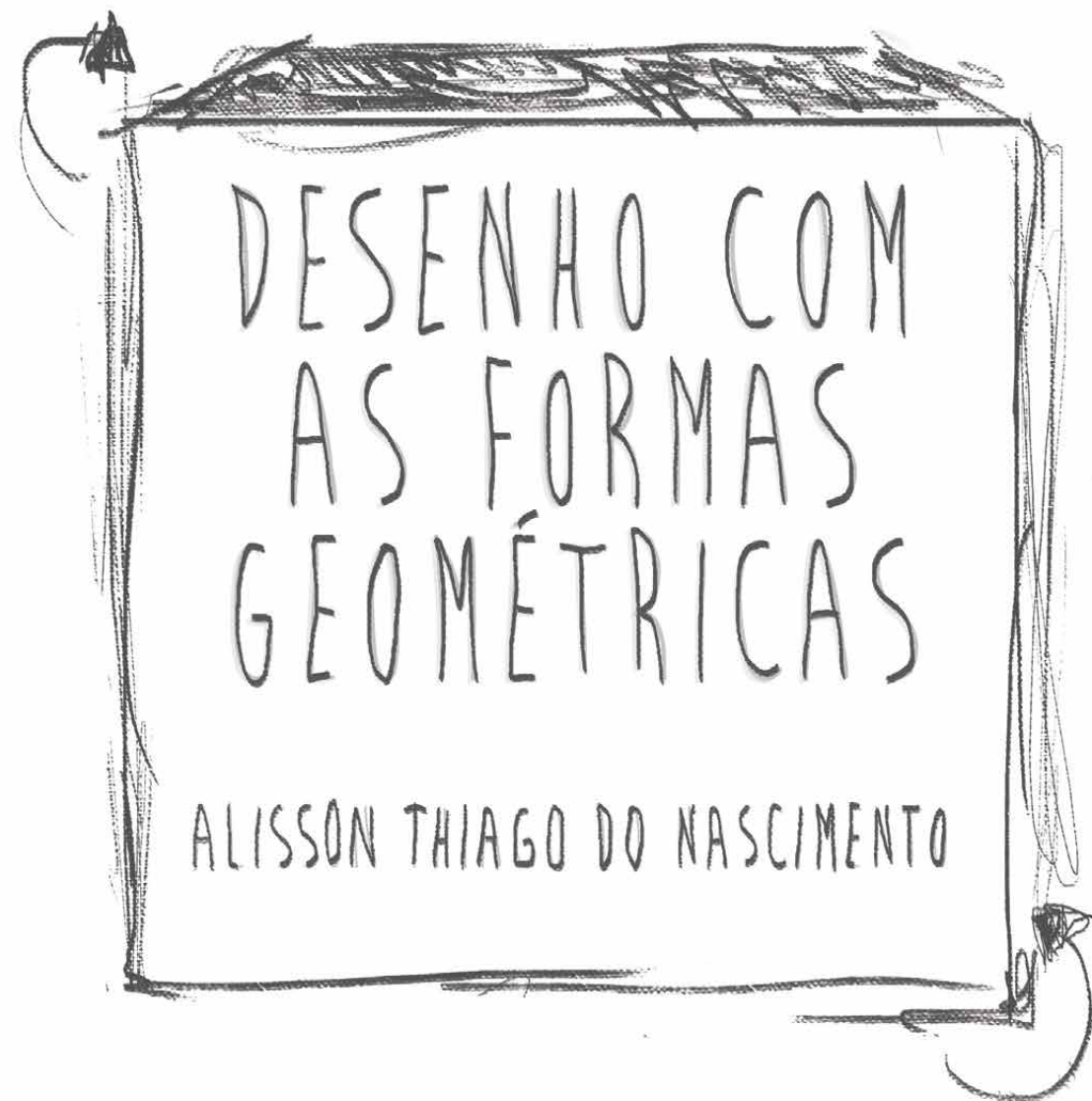




DESENHO COM
AS FORMAS
GEOMÉTRICAS

ALISSON THIAGO DO NASCIMENTO



DESENHO COM
AS FORMAS
GEOMÉTRICAS

ALISSON THIAGO DO NASCIMENTO

DESENHO COM AS FORMAS GEOMÉTRICAS

ALISSON THIAGO DO NASCIMENTO

Este material é parte integrante do Produto Educacional oriundo da pesquisa de dissertação elaborada pelo pesquisador *Alisson Thiago do Nascimento*, no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia - sublinha de pesquisa: Ciência, Arte e Teknè: diálogos interdisciplinares - pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná- UTFPR.



BEM VINDO AO GUIA DE APRENDIZAGEM

Esse material é parte integrante do trabalho de conclusão do Mestrado Profissional em Ensino de Ciência e Tecnologia, ofertado pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) – Campus Ponta Grossa, com o título *Aproximações entre Artes Visuais e Matemática: Possibilidades de Produção do Livro Ilustrado a partir das Formas Geométricas*, desenvolvido pelo pesquisador *Alisson Thiago do Nascimento* e orientado pela Prof^ª. Dr^ª. *Josie Agatha Parrilha da Silva*.

O Guia de Aprendizagem surgiu como proposta do autor, que utiliza o processo de geometrização para a construção da imagem. Esse processo aponta para as diversas linguagens que utilizam do desenho para a construção figurativa, seja nas ilustrações, nas pinturas, nas páginas das histórias em quadrinhos e aí por diante. Dispõe de conteúdos das Artes Visuais, como: concepções históricas, elementos da linguagem e as representações da imagem. E

na Matemática, delimita o conteúdo das formas geométricas utilizando-o como um recurso, uma ferramenta para a construção da imagem figurativa. Sendo assim, o Desenho com as Formas Geométricas direciona para um olhar sensível a partir das formas geométricas na construção da imagem e também proporciona a experientiação do desenho com as formas geométricas.

O Desenho com as Formas Geométricas é destinado a qualquer pessoa que queira experimentar o desenho, com propósitos diferentes, seja de compreender a construção com as formas geométricas ou observar a (des)construção da imagem ou de desenhar.

O Guia de aprendizagem pode também ser utilizado para o ensino, como um recurso ao professor, mas cabe a ele, adaptá-lo a sua realidade de atuação. O Desenho com as Formas Geométricas apresenta uma abordagem sequencial de conteúdos e de exercícios. Espera-se propiciar reflexões e experimentações acerca do mundo em que se vive, relacionando as duas áreas do conhecimento: Artes Visuais e a Matemática.

Uma boa experientiação.



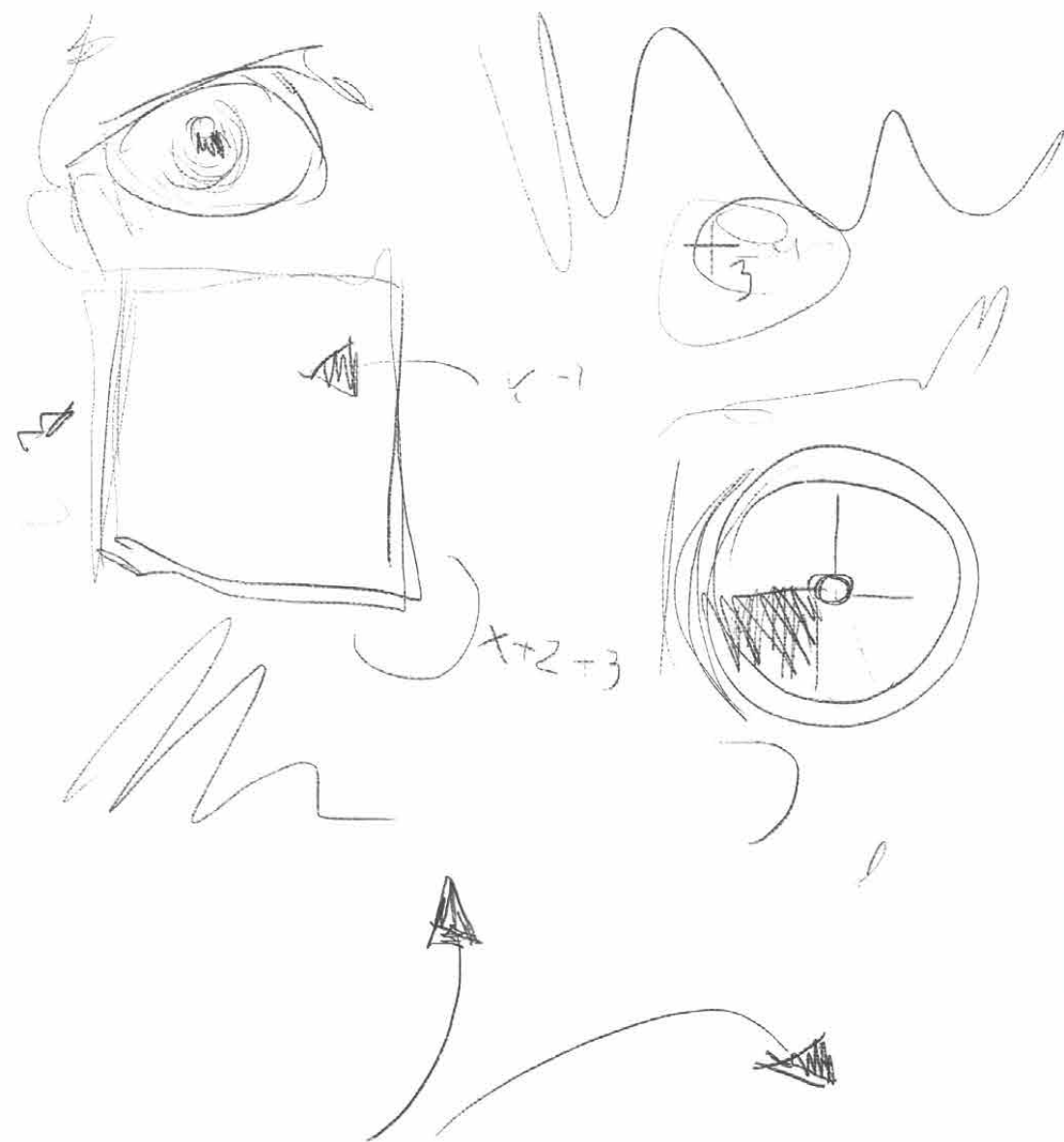
~ SUMÁRIO ~

• OLHA ALI,
E OLHA
AQUI TAMBÉM.....13

• A PROPOSTA DE
EXPERIMENTAÇÃO
COM AS FORMAS
GEOMÉTRICAS.....49

• APONTEM OS
SEUS LÁPIS.....57

REFERÊNCIAS.....70



OLHA ALI,
E OLHA AQUI TAMBÉM



Nesse item do guia de aprendizagem, vamos apresentar em alguns momentos históricos, a relação da Arte e da Matemática na construção figurativa da imagem. Destacaremos nestes, alguns exemplos de artistas, engenheiros e matemáticos que utilizaram de elementos para o pensar/visualizar geométrico no desenvolvimento figurativo, seja em: objetos do cotidiano, nas pinturas, histórias em quadrinhos, nas fotografias, entre outras linguagens.

A relação entre Arte e a Matemática está presente no cotidiano do homem contemporâneo, pode ser observado na natureza e em diversos objetos e espaços construídos. Segundo Chaves (2008) para visualizar essas relações basta apontar um olhar sensível ao nosso redor. Essa ligação acompanha o homem (enquanto representação da humanidade) na construção histórica, tecnológica, filosófica, artística e social, notamos isso historicamente, em uma influência entre ambas. Apresentaremos alguns acontecimentos (recortes históricos) onde essa conexão se solidificou e teve aportes importantes na Matemática e na Arte.

Segundo Zaleski Filho (2013) a relação da Arte e da Matemática pode ser visualizada primeiramente na Geometria (Palavra de origem Grega, geo provém de gaia/terra e metria de métron/medida), a qual está intrínseca nas formas do mundo e na natureza. Antes da construção gráfica e icônica dos números,

Os signos gráficos e as fórmulas foram uma consequência da percepção de estruturas espaciais nos sistemas naturais que precisavam ser expressas materialmente de algum modo. Como várias outras ideias básicas da Matemática calcadas em recorrências naturais, o pi e o número

da regra da seção áurea – legitimamente chamados de irracionais – são criações culturais, convenções de uma cultura letrada para expressar realidades do mundo das formas, que antecedem a nossa percepção das mesmas. (MONGELLI, 1999, p. 209)

Na relação do homem de expressar a realidade em suas formas, em especial na relação entre a Arte e a Matemática, a Geometria pode ser visualizada como expressão e observação do homem/mundo. Segundo Bedim (2011, p. 48) a Geometria,

Está presente de diversas formas e em variadas situações na nossa vida, seja na natureza, nos objetos que usamos, nas artes, nas brincadeiras infantis, nos jogos, nas construções, [...] faz parte da vida do ser humano desde a antiguidade, é um dos ramos mais antigos da Matemática, e estuda o espaço e as figuras que podem ocupá-lo.

Bedim (2011) e Contador (2007) apontam que a relação de espaço e forma das figuras geométricas está presente no cotidiano do homem e na natureza. O homem nas cavernas, após escolher o local vivencial (caverna) fazia os cálculos de forma intuitiva entre o seu tamanho e a proporção do local, nessa relação, observamos conceitos de verticalidade e horizontalidade. Para Zaleski Filho (2013) os desenhos e as pinturas (figura 01) produzidas pelo homem neolítico (8000 à 4000 a.C.) mostram as relações de espacialidade e das formas simplistas, esses, foram os conceitos principais para formalizar a medição do espaço, a Geometria.

A geometria é intrínseca na construção histórica do homem, tem suas bases de uso e aplicação nos Babilônios. Esse povo desenvolveu fórmulas para calcular áreas de figuras geométricas e o volume de sólidos, como também unidades de medida, que relacionam corpo, polegadas e espaço em utilidade prática do cotidiano. (BEDIM, 2011)



Figura 01 - Pintura rupestre nas cavernas de Tassili n'Ajjer, na Argélia.
Fonte: Proença (2008, p. 19)

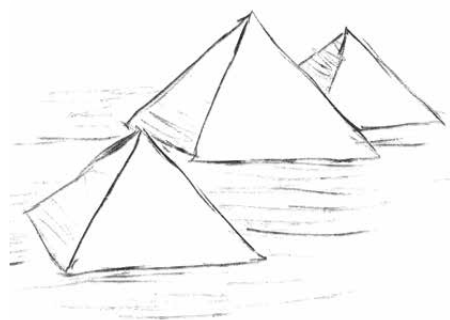
Outro povo da Antiguidade que institucionalizou o conhecimento da Geometria, ao mensurar as delimitações de cultivo e espaço de terra, como também, nas construções das diversas pirâmides e nos diferentes monumentos sociais, políticos e religiosos foram os egípcios (figura 02 e 03). Este povo demonstrou o uso do conhecimento geométrico de forma prática e socialmente adaptável.



Figura 02 - Pirâmides de Queops, Quéfrens e Miquerinos, no deserto de Gizé, no Egito.
Fonte: Proença (2008, p. 19)



Figura 03 - Esfinge que representa o Faraó Quéfren, na planície de Gizé, no Egito.
Fonte: Proença (2008, p. 19)



OLHA AS FORMAS GEOMÉTRICAS
CONTIDAS NAS IMAGENS.



A Figura 04 mostra o *Mural do túmulo de Khnumhotep*, no qual observamos a relação de tamanho, espaço e forma em medida à hierarquia religiosa e social dos egípcios. Os Deuses, os Faraós e os Sacerdotes eram pintados em um tamanho e

proporção maior (fazendo a analogia enquanto poder, riquezas e espiritualidade elevada) enquanto os artesãos, camponeses e escravos representados em proporções menores. (GOMBRICH, 2011)

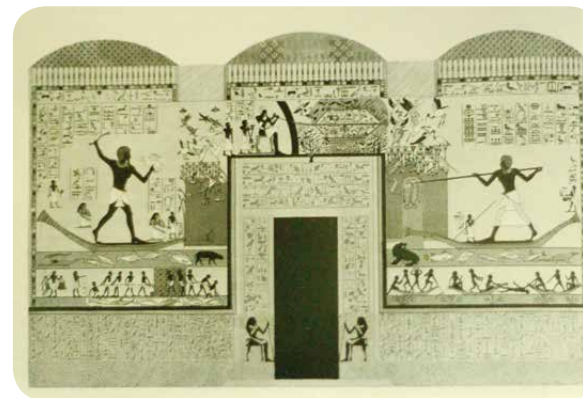
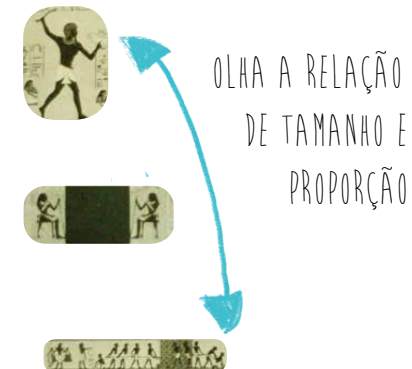


Figura 04 - Mural do túmulo de Khnumhotep.
Fonte: Proença (2008, p. 62)



Os gregos, povos da importante civilização da Antiguidade, dedicavam-se a filosofia e à ciência, à geometria consolidou-se com esse povo. (BEDIM, 2011; ZALESKI FILHO, 2013) Esse povo *formalizou a ciência* para a medição do espaço, bem como, transformou o conhecimento matemático e astronômico em uma ciência dedutiva, nas quais "as noções de demonstração, de teorema, de definição, de axioma substituem a característica empírica da Matemática utilizada pelos seus antecessores. Os gregos raciocinaram sobre figuras." (PIRES; CURI; CAMPOS, 2000, p. 26).

Podemos notar na figura 05 a relação das formas geométricas na arquitetura grega, na disposição das formas e da espacialidade na construção visual ao todo do objeto.



Figura 05 - O Partenon. Acrópole, Atenas, 477- 432 a.C.
Fonte: Proença (2008, p. 83)



Na figura 06 observamos as relações de espaço das formas geométricas na construção figurativa da escultura, podemos inferir que, a base estrutural do figurativo inicia-se com as formas geométricas e suas relações de espaço e forma.



Figura 06 - Discóbolo. 450 a.C.
Fonte: Gombrich (2011, p. 90).



OLHA AS FORMAS GEOMÉTRICAS
CONTIDAS NA IMAGEM.

Nesse aponte histórico diversos matemáticos trabalharam e tentaram solucionar diferentes problemas ditos *clássicos* e *insolúveis*, para o conhecimento da época - 500 a.C. e 300 a.C. Os gregos como sequência dessas investigações e estudos,

[...] descobriram e provaram muitas propriedades geométricas, as quais eram feitas em contextos matemáticos isolados. Essa grande produção matemática grega, relativa a medidas de ângulos, equivalências entre áreas e várias outras, referentes a construções geométricas com régua e compasso, irá culminar por volta de 300 a.C., na grande obra "Os elementos", escrita por Euclides. (FREITAS E BITTAR, 2004, p. 96-97)

Depois da obra de Euclides (360 - 295 a.C.), a geometria constituiu outro espaço do conhecimento tido como estabelecido, uma praticidade que relacionou impasses de medição de terras/campos (agrimensura) e arquitetura (BEDIM, 2011). Euclides organizou e estabeleceu o conhecimento da Matemática, na sua obra *Os Elementos*,

[...] sintetiza material acumulado e o apresenta como um todo organizado em 13 volumes, contendo 465 proposições que constituem a primeira organização axiomática dedutiva da Matemática e que influenciaram a Matemática até o século XVIII. (BEDIM, 2011, p. 50)

A obra inicia-se por uma diversidade de enunciados, de acordo com Pires et al. (2000, p. 27) os quais são divididos em 3 categorias,

- as definições (ponto, reta, plano [...]);
- as verdades consideradas como evidentes e que portanto não precisam de demonstração (por exemplo, duas grandezas iguais a uma mesma grandeza são iguais entre si);
- os postulados ou verdades não evidentes nelas mesmas, que não se demonstram: por um ponto situado fora de uma reta pode-se encontrar uma reta e uma só, que não encontra essa reta e se diz paralela a ela.

A obra de Euclides apresentou um campo aberto para o conhecimento, indicou outro rumo e sentido para a Matemática - a Geometria, que reuniu e constituiu diversos conhecimentos em um único espaço. Esses conhecimentos ampliaram o *pensar* Matemática e o uso matemático, em um espaço amplo e aberto de interação e inter-relação de outras áreas do conhecimento, como a filosofia, sociologia, artes e de outros campos dos saberes. (CHAVES, 2008)

No período do Renascimento a geometria se consolidou e apresentou uma propulsão de utilização,

Foi um movimento intelectual e cultural que iniciou na Itália, por volta do século XIV. (CHAVES, 2008)

A consolidação da Geometria dar-se-á graças ao trabalho de artistas e engenheiros, e não em função dos professores, filósofos ou teólogos. A partir do século XII, a Geometria começa a ganhar um corpo teórico e encontra o caminho para readquirir a importância e destaque na Arte renascentista. (ZALESKI FILHO, 2013, p. 43)

O Renascimento apresentou um reviver, um renascer - a retomada da cultura Clássica e diversas realizações aconteceram nesse período, no campo das Artes, da Literatura e das Ciências. O *humanismo* foi uma das causas dessas realizações,

[...] o ideal do humanismo pode ser entendido como a valorização do ser humano e da natureza em oposição ao divino e ao sobrenatural, conceitos impregnados a cultura da Idade Média. Tanto na arquitetura como na pintura e na escultura, o artista do Renascimento buscou

expressar a racionalidade e a dignidade do ser Humano. (PROENÇA, 2008, p. 92)

A Arte e a Matemática foram utilizadas com muita proximidade no período do Renascimento, como nos desenhos, nas pinturas, nas esculturas, nos projetos que utilizaram cálculos matemáticos, nas representações de objetos do mundo real, construções práticas e de funcionalidade com ideais humanistas. (PROENÇA, 2008) Em uma concepção referente aos artistas, esses buscavam representar no visual, o conceito do real, em *imitar a natureza em tudo*,

A concepção que prevalece a partir dessa época, e para cujo triunfo colaboraram, entre outros, um Leonardo da Vinci (1452-1519), um Giordano Bruno (1548 - 1600) e um Galileu (1564 - 142), é que a Natureza é um todo vivo, animado e regido por leis intrínsecas que governam o curso dos astros, a queda dos corpos, a circulação do sangue, a distribuição dos elementos, o ciclo das marés e o equilíbrio das massas. Galileu dizia que o livro da Natureza está escrito em linguagem matemática, e que suas palavras são círculos e outras figuras geométricas. Essas palavras também são leis, determinando a formas dos seres existentes por certas relações constantes, de ordem geométrica, essenciais à perfeição do todo, e que definem a beleza própria das coisas naturais que a arte tem por objeto representar. (NUNES, 2006, p. 41)

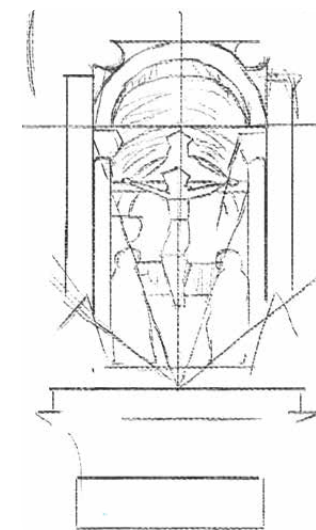
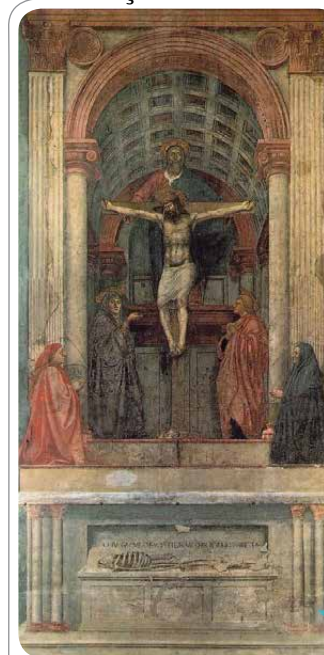
A representação das coisas reais (os objetos artísticos) conquistaram um reconhecimento na *síntese da práxis*, oriundo de uma atividade de observação sensível, intelectual e com caráter imaginativo. De forma a memorar e representar o mundo real, com a beleza¹ que a natureza mesmo proporciona, como um espelho que reflete o mundo, uma segunda natureza.

Nesse período do Renascimento, notamos a relação intrínseca entre a Arte e a Matemática, no amplo desenvolvimento relacional dessas áreas, de modo que utilizaram da potencialidade de conteúdos teóricos em experiências aplicadas. Citamos como exemplos: o uso da perspectiva (relação dimensional), as técnicas (como o uso do claro e escuro) nas representações visuais e conceitos recíprocos da Matemática na contribuição no desenvolvimento da Arte. (NUNES, 2006)

Na relação entre a Arte e a Matemática, observamos na

¹ A concepção do que os olhos veem, a representação figurativa do real.

figura 07, a representação da arquitetura do *mundo real*, uma visualização tridimensional em uma representação bidimensional, a construção visual da pintura, é construída com base nas formas geométricas e sua aplicabilidade dimensional gráfica na representação do real.

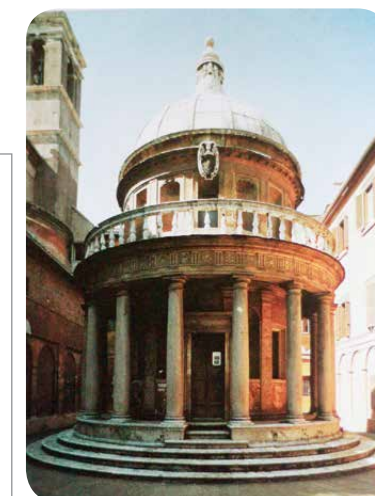


Tridimensional, consiste em um espaço que contenha três dimensões: largura, comprimento e altura.
Bidimensional, compõe-se em um espaço plano, que apresenta duas dimensões: largura e altura. (VORDERMAN, 2013)

OLHA AS FORMAS GEOMÉTRICAS DA IMAGEM.

Figura 07 - Pintura: Santíssima Trindade. Masaccio. Ano: 1427. Fonte: Chaves (2008, p. 32).

Outro exemplo que pode ser observado, na figura 08, onde percebemos na arquitetura da igreja, a relação dos espaços e das formas geométricas na construção de uma unidade estética, bem como, observamos os elementos proporcionais (entre e com os espaços), à *simetria* e a *harmonia*.



OLHA A RELAÇÃO DOS ESPAÇOS, DAS FORMAS E A SIMETRIA.

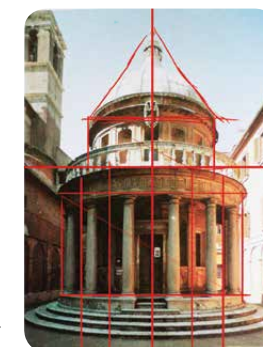


Figura 08 - Igreja de S. Pietro in Montorio. Donato Bramante. Roma. Fonte: Gombrich (2011, p. 290).

Segundo Gombrich (2011) no período do Renascimento, *Leonardo Da Vinci* foi um ícone no processo de criação, desenvolveu diversas produções como escultor, pintor, engenheiro e cientista, aponta o autor que, Leonardo Da Vinci utilizou da relação entre a Arte e a Matemática para a construção e definição da imagem,

Para Leonardo da Vinci, a Pintura era um meio de analisar a natureza produzindo uma visão especulativa de suas formas regulares, que estariam sujeitas às mesmas leis que as ciências começariam a identificar e traduzir em linguagem matemática. (ZALESKI FILHO, 2013, p. 47)

A linguagem matemática visualizada e construída por Leonardo Da Vinci, foi a partir dos estudos de *Vitrúvio* e de seu olhar para a realidade natural - real, portanto, pode ser observada no desenho do *Homem Vitruviano* (figura 09),

Marcus Vitruvius Pollio (70-25 a.C), arquiteto e engenheiro Romano, autor da obra *De Architectura*, composta de dez volumes, escrita aproximadamente no século I a.C. (CONTADOR, 2007)

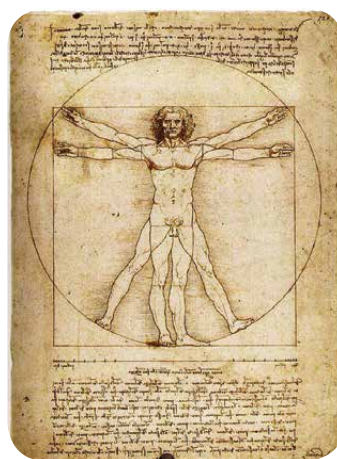


Figura 09 - Homem Vitruviano. Leonardo Da Vinci. Fonte: Proença (2008, p. 92).

Essa figura associa o corpo humano à geometria e ao número. Leonardo mostrou que o corpo humano, é numericamente mensurável e que suas linhas e formas são pura geometria, além de que, sua proporcionalidade e harmonia são exemplos de perfeição, estética e beleza. (CONTADOR, 2007, p. 220)

Fundamentado na concepção de o homem como medida de todas as coisas, a relação da linguagem da Matemática com a Arte é enfatizada na construção visual, afim de perceber que, a visualidade pictórica constrói e define o conceito de belo². Desse modo, no período do Renascimento o homem torna-se o centro das ações e de expressões culturais, filosóficas e artísticas. (ZALESKI FILHO, 2013)

² A concepção de Belo é mutável na construção histórica no âmbito da Arte.

Na Figura 10, visualizamos a construção gráfica da pintura produzida por Leonardo Da Vinci, que apresenta na estrutura gráfica elementos da matemática para a construção figurativa, como as formas geométricas e com as relações simétricas e proporcionais estruturadas na imagem.

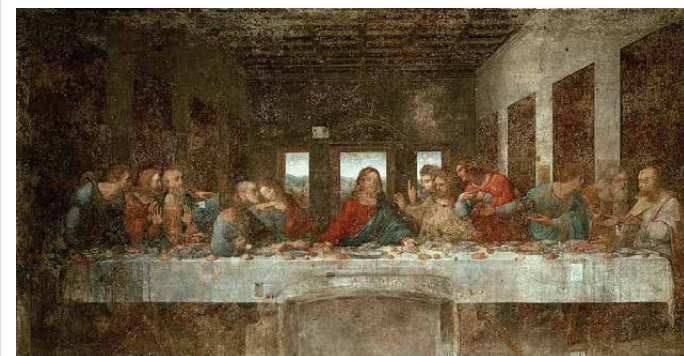
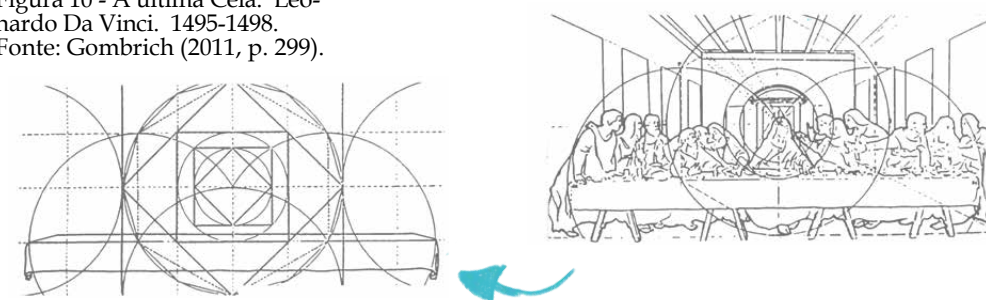


Figura 10 - A última Ceia. Leonardo Da Vinci. 1495-1498. Fonte: Gombrich (2011, p. 299).

OLHA A RELAÇÃO DOS ELEMENTOS NA ESTRUTURAÇÃO GRÁFICA DA IMAGEM.



A relação de aproximação entre a Arte e a Matemática no período do Renascimento, foi também com a chamada *Divina Proporção*. O termo utilizado dentre os séculos XV e XVI, mas que tem sua base conceitual na Antiguidade Clássica - nomenclatura intitulada de *Razão Áurea* ou *Seção Áurea* na concepção histórica. (SILVA E NEVES, 2015)

A explicação de Euclides, no ano de 300 a.C, “[...] diz-se que uma linha reta é cortada na razão extrema e média quando, assim como a linha toda esta para maior segmento, o maior segmento esta para o menor” (LÍVIO, 2008, p. 14). A definição de Euclides consiste na representação da figura 11, que segundo Silva e Neves (2015, p. 174) “AC está para AB, assim como AC está para CB: esta razão é a Razão Áurea.”.

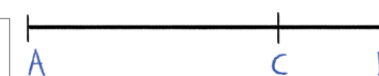


Figura 11 - Reprodução da Figura 2. Fonte: Adaptado de Silva e Neves (2015, p. 174).

A Razão Áurea tem um valor interminável (1,6180339887...) e de forma que não se repete, pelo fato da descoberta de ser um número irracional, ocasionou que, foi também constatada a sua incomensurabilidade. Segundo os autores, pode se expor a Razão Áurea de dois modos, “tau (τ), na literatura profissional matemática, e o Fi (Φ), adotado no início do século XX pelo Matemático Mark Barr.” (SILVA E NEVES, 2015, p. 175)

Na relação da *Divina Proporção* observamos a Arte e a Matemática vinculadas,

[...] usamos a palavra “proporção” ou para relação comparativa entre partes de coisas com respeito a tamanho ou quantidade, ou quando queremos descrever uma relação harmoniosa entre diferentes partes. Na matemática, o termo é usado “proporção” é usado para descrever uma igualdade do tipo: nove está para três assim como seis está para dois [...] a Razão Áurea nos fornece uma intrigante mistura de duas acepções, já que, embora seja matematicamente definida, considera-se que revela qualidades agradavelmente harmoniosas. (LIVIO, 2008, p. 13)

No trecho de Livio (2008), observamos a especificidade de formas diferentes, em numeral e comparativa visual, da palavra proporção, a fim de, uma relação harmoniosa. Segundo Silva e Neves (2015) no período do Renascimento, ocorreram diversos estudos ligados à relação entre a Arte e a Matemática na construção das pinturas, como exemplo com o Retângulo Áureo e com a Espiral Logarítmica. Livio (2008) explica o Retângulo Áureo (figura 12),

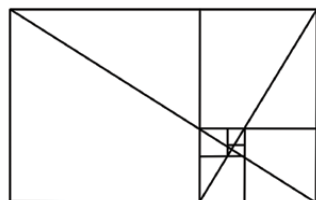


Figura 12 - Reprodução da Figura. Fonte: Adaptado de Livio (2008, p. 104).

Os comprimentos dos lados do retângulo estão em uma Razão Áurea entre si. Suponha que retiremos um quadrado desse retângulo (com indica a figura). Terminaríamos com um retângulo menos que também é um Retângulo Áureo. A dimensões do retângulo ‘filho’ são menores que as do retângulo ‘pai’ exatamente pelo fator Φ . Podemos agora retirar um quadrado do Retângulo Áureo ‘filho’ e teremos novamente um retângulo áureo, cujas dimensões são menores novamente pelo fator de Φ . Continuando esse processo *infinutum*, produziremos Retângulos Áureos cada vez menores (cada vez com dimensões ‘deflacionadas’ por um fator Φ). O Retângulo é o único com a propriedade de que, ao se cortar um quadrado, forma-se outro retângulo similar. Desenhe em qualquer par de retângulos pai-filho da série [...] e todas irão se cruzar o mesmo ponto. (LIVIO, 2008, p. 103-104)

As formas geométricas foram muito utilizadas nas pinturas produzidas no Renascimento. Livio (2008) cita o uso do retân-

gulo e o quadrado áureo e ainda, exemplifica que, nesse período a *Espiral Logarítmica* também foi muito utilizada nas pinturas,

A espiral logarítmica tem como propriedade a sua não alteração de formato à medida que cresce em tamanho. A natureza apresenta diversos exemplos de espirais logarítmicas: girassóis, conchas do mar, furações, galáxias, entre outras. (SILVA E NEVES, 2015, p. 177)

A Espiral Logarítmica pode ser visualizada na figura 13, apresentada na ligação dos pontos dos quadrados, obtendo um espiral logarítmico, que se enrola para a parte interna em direção ao polo. (SILVA E NEVES, 2015)

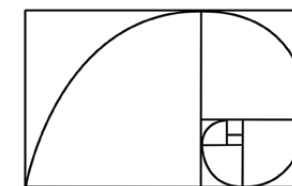


Figura 13 - Reprodução da Figura. Fonte: Adaptado de Livio (2008, p. 104).

Percebemos a relação da Arte e da Matemática nos processos de construção gráfica da imagem, seja no desenho, na pintura, como nos projetos de escultura, das produções de Leonardo Da Vinci. Observamos que as relações das formas geométricas não definem a visualidade figurativa do objeto, mas estruturam e definem os espaços e as proporções do que vai conter na construção desse objeto - imagem, para uma composição harmônica. A figura 14 mostra a análise visual com as formas geométricas de Atalay (2007), na pintura de *A Gioconda* (ou Mona Lisa), que apresenta um retângulo áureo incorporado na área do topo da cabeça, até o início do vestido e um quadrado na parte superior de dentro do retângulo, esse quadrado é o tamanho determinado da cabeça de *Gioconda*, e ainda apresenta traçados diagonais que se cruzam dentro do quadrado e apontam o seu meio. Observamos que um dos olhos é um determinante simétrico, local que apresenta a linha central da pintura.

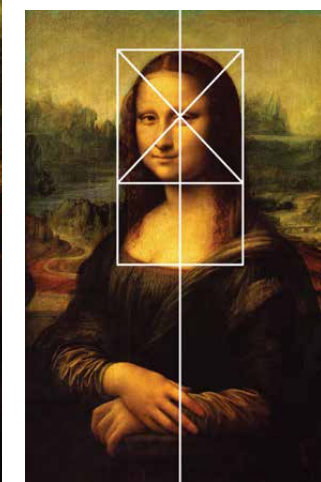


Figura 14 - A Gioconda (Mona Lisa), Leonardo Da Vinci. Fonte: Adaptado de Atalay (2007, p. 159).

Outra íntima relação que aconteceu no período do Renascimento entre a Arte e a Matemática foi com a Perspectiva, que segundo Silva e Neves (2015) teve destaque para a construção do desenho, enquanto atividade inicial de representação real, sendo *o olhar do artista* ao mundo. Os Renascentistas contribuíram na apresentação de uma realidade visível, expondo à proporção que contém os objetos. Para Silva e Neves (2015), a Perspectiva consiste na “representação de objetos tridimensionais no plano, ou seja, a representação do tridimensional de forma bidimensional.”. (2015, p. 182)

As principais características da Perspectiva são: O Ponto de Fuga, As linhas de Fuga e a Linha do Horizonte,

O ponto de fuga é aquele ponto localizado na linha do horizonte, para onde todas as linhas paralelas se dirigem.

As linhas de fuga são linhas imaginárias que descrevem o efeito da perspectiva convergindo para o ponto de fuga. O afunilamento dessas linhas em direção ao ponto de fuga gera a sensação visual de profundidade. A linha do horizonte é uma linha imaginária que se encontra diante de nós, à altura dos nossos olhos, olhando em frente. É um elemento da construção em perspectiva, a qual separa, numa paisagem, o céu e a terra. (SILVA E NEVES, 2015, p. 184)

Atalay (2007) exemplifica as especificidades de forma visual da Perspectiva, na relação da construção e de forma gráfica, a Perspectiva com: um, dois, três pontos de fuga, observados na figura 15.

No item A da figura 15 notamos a perspectiva com apenas um ponto de fuga, a chamada *perspectiva centralizada*, que consiste na visualização de um cubo transparente, com a mínima ação de refração,

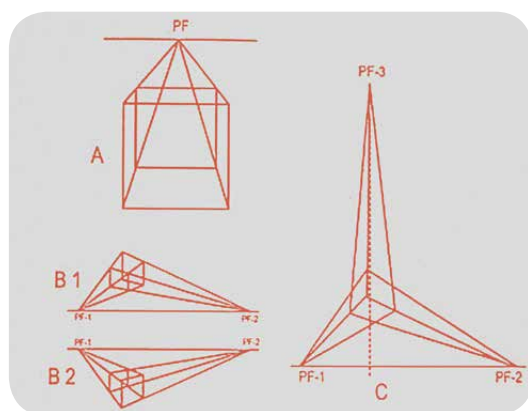


Figura 15 - Diagramas explicativos sobre a perspectiva de um, dois e três pontos de fuga. Fonte: Adaptado de Atalay (2007, p. 153)

As faces opostas do cubo são, claro, paralelas umas às outras; as arestas podem ser extrapoladas para um ponto de fuga no horizonte. Se o cubo for visto de cima, a linha do horizonte descenderá; se for visto de baixo, ela subirá – mas em ambos os casos, as linhas de perspectiva convergirão para a linha do horizonte. (ATALAY, 2007, p. 151)

A perspectiva centralizada exemplificada por Atalay (2007) pode ser observada na pintura Escola de Atenas (figura 16), que apresenta de forma visual o elemento de um ponto de fuga de forma centralizada.

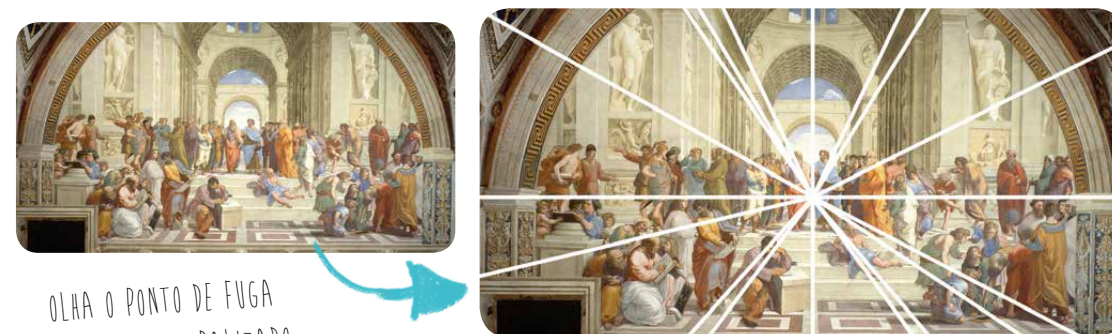


Figura 16 - Escola de Atenas. Rafael. Fonte: Adaptado de Silva e Neves (2015, p. 188).

No item B1 e B2 da figura 15, observamos o cubo com dois pontos de fuga, de forma que, pode ser visualizado de perfil e em primeiro plano, Atalay (2007, p. 152) exemplifica sobre esses *dois pontos de fuga*,

[...] as linhas de perspectiva que partem das arestas horizontais superiores e inferiores desse cubo convergem para dois pontos de fuga; nesse esquema, as que convergem numa direção são perpendiculares às que convergem na outra. Num dos casos possíveis, o observador está abaixo, erguendo o olhar para a face inferior do cubo (figura 7.2, B1); no outro caso, está acima da face superior (figura 7.2, B2). Vê-se de imediato que, se o cubo for girado em torno de um eixo vertical que atravessasse seu centro, os pontos de fuga se deslocarão horizontalmente ao longo da linha de visão, a linha do horizonte.

Atalay (2007) ainda exemplifica no item C na figura 15, o cubo constituído de *três pontos de fuga*,

[...] estes são utilizados para dar profundidade à cena e, ao mesmo tempo realçar a altura. A cena representada é contemplada ou de uma posição muito elevada [...] ou do nível do solo. Tal qual nos casos anteriores, o “centro de gravidade” da cena é o cubo. (ATALAY, 2007, p. 153-154)

Observamos na relação entre a Arte e a Matemática o vínculo que existe com os elementos da Perspectiva (e seu uso para criação imagética nas diversas construções visuais), sendo esse, um instrumento signifiante na construção da imagem de forma dimensional. (SILVA E NEVES, 2015)

No decorrer dos séculos os conceitos desenvolvidos e aplicados no Renascimento, como “as proporções, a simetria, as ilusões de óptica, a tridimensão, a geometria projetiva e o infinito”, (CHAVES, 2008, p.32) influenciaram diversas áreas, como a Matemática, as Artes, as Ciências e a Engenharia em um processo construcional do conhecimento.

Na continuidade histórica da relação entre a Arte e a Matemática, alguns conceitos foram desconstruídos, alterados e moldados ao longo dessa trajetória relacional. No campo das Artes, a consolidação do que se é tido como belo, é algo mutável ao que está sendo produzido pelos diferentes artistas, matemático, engenheiros e arquitetos em determinada época, nas chamadas escolas/movimentos artísticos. É possível visualizar as diversas mudanças, pela construção política, social, educacional, intelectual, marginal e tecnológica que se apresentam na sociedade, essas mudanças, afetam diretamente os modos de produção, de expressão, de manusear as técnicas, de utilização dos novos materiais desenvolvidos, como consequência dessas mudanças, afetam os conceitos e definições na Arte, os quais são moldados. (GOMBRICH, 2011)

Algumas mudanças nas características que se consolidaram no Renascimento, foram moldadas e alteradas na escola/movimento artístico intitulado Barroco Italiano, esse movimento, rompeu o equilíbrio entre o Sentimento e Razão, Arte e Ciência (que foi

Aproximadamente do século XVI até meados do século XVIII. (PROENÇA, 2008)

estabelecido pelo próprio Renascimento). Na construção imagética das pinturas, observamos algumas características desse movimento, como a disposição dos elementos de forma diagonal, o contraste de claro-escuro (fortalece a expressão de sentimentos), os temas que os artistas produziam - relacionados

ao povo simplista, a devoção cristã e a nobreza. (PROENÇA, 2008) Observamos na figura 17 a pintura de *Caravaggio* (1573-1610) que apresenta a relação da Arte com a Matemática, com o processo de triangulação entre os espaços (objetos e ambientação) e a relação das formas geométricas na estrutura gráfica da pintura.



OLHA O PROCESSO
DE TRIANGULAÇÃO

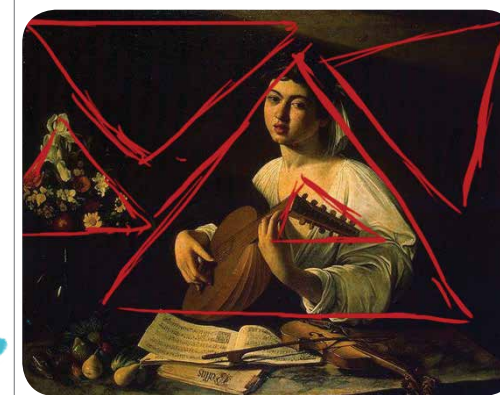


Figura 17 - O tocador de Alaúde. Caravaggio. Fonte: Adaptado Proença (2008, p. 135).

Outro aponte na proximidade entre a Arte a Matemática, com a estrutura gráfica das formas geométricas na construção figurativa da imagem, em outras escolas/movimentos artísticos no decorrer da história da arte. Observamos na figura 18, a pintura produzida por Giuseppe Arcimboldo (1527-1593), com diversos elementos figurativos da natureza (como flores, frutas e verduras) que constroem a visualidade de retrato, da fisionomia humana. Constatamos o modo intrínseco entre a Matemática e a Arte nas produções do pintor, de maneira que, com os elementos figurativos (formas da natureza) justapostas na espacialidade, definem e constroem outro elemento figurativo: o rosto humano. (PROENÇA, 2008)



OLHA A RELAÇÃO DAS
FORMAS GEOMÉTRICAS
NA ESTRUTURAÇÃO
DA IMAGEM



Figura 18 - Vertemnus. Giuseppe Arcimboldo. Fonte: Proença (2008).

Na concepção histórica dos movimentos artísticos em relação à Matemática, observamos a utilização das formas geométricas como uma estrutura para a construção da imagem. Segundo Proença (2008) o movimento intitulado *Cubismo*, apresenta-se de maneira diferente em relação aos outros movimentos, em especial porque as representações visuais desconstroem/moldam o conceito de belo. De forma que, a visualidade das obras do movimento Cubista, são figurativas com as formas geometrizadas, “a pintura deveria tratar as formas da natureza como se fossem cones, esferas e cilindros.” (PROENÇA, 2008, p. 254)

O Cubismo desenvolveu-se no decorrer do século XX, em uma fase de ascensão e progresso industrial, demarcado por diferenças sociais entre ricos e pobres, de modo que, a organização dos movimentos sindicais, passaram a interferir nas sociedades industrializadas. Nesse período, alguns episódios foram marcantes, como: a Primeira Guerra Mundial, a Revolução Russa, o aparecimento do fascismo na Itália e o nazismo na Alemanha. Esses acontecimentos conturbaram a sociedade no âmbito social, político, cultural, tecnológico e artístico de maneiras diversas. Nesse contexto, a expressão do movimento Cubista consolidada pelos artistas Pablo Picasso (1881-1973) e Georges Braque (1882-1963), ambos influenciados pelas obras do pintor Paul Cézanne (1839-1906), sendo que, a obra de grande repercussão foi *Monte Saint-Victoire* (figura 19) que influenciou fortemente a desconstrução do real para as pinturas do movimento Cubista. (PROENÇA, 2008). Sobre a obra de Cézanne,

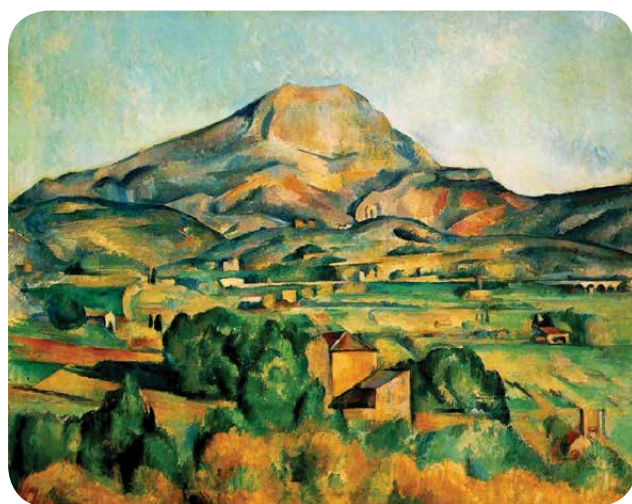


Figura 19 - Monte Saint-Victoire. Paul Cézanne. Fonte: Zaleski Filho (2013, p. 68).

[...] teve como objetivo captar a essência da natureza na sua estrutura interna, impondo ao quadro uma ordem que responda à ordem natural independentemente do tema representado. Cézanne buscou essa ordem pela utilização da cor e da forma. A profundidade nessas obras em Cézanne é conseguida mais na diferença de detalhes do que na variação das cores. Do ponto de vista da cor, o quadro não faz diferença entre os diferentes planos. Isto provoca certa sensação plana, de falta de profundidade, mas sobretudo, para efeitos que nos interessam, a distribuição da cor não é realizada em função do que está representado, mas do retângulo do quadro. (ZALESKI FILHO, 2013, p. 67)

Sendo assim, o Cubismo se solidificou no campo visual e as composições passaram a *desconstruir* as formas naturais,

[...] passaram a representar os objetos com todas as suas partes num mesmo plano. É como se estivessem todos os seus lados no plano frontal em relação ao espectador. Na realidade, essa atitude de decompor os objetos não tinha nenhum compromisso com a fidelidade com a aparência real das coisas. Significava em suma, o abandono da busca da ilusão da perspectiva ou das três dimensões dos seres, tão perseguidos pelos pintores renascentistas. (PROENÇA, 2008, p. 254)

O Cubismo organizou-se em duas grandes tendências no processo de composição da imagem: o *Cubismo Sintético* e o *Cubismo Analítico*. O primeiro buscou a desconstrução da imagem e chegou a uma fragmentação do conceito do real, de modo que, tornou-se irreconhecível o figurativo nas pinturas (Figura 20). (PROENÇA, 2008)

O segundo, *Cubismo Analítico*, em uma reação a fragmentação e desconstrução dos objetos realistas na pintura, manteve a representação figurativa (de forma realista ou estilizada) dos objetos. O pintor Pablo Picasso em busca da elaboração estética cubista, cria representações figurativas da realidade fundamentada na matemática e constrói imagens com as formas geométricas. (figura 21)



Figura 20 - O Poeta. Pablo Picasso. Fonte: Proença (2008, p. 255).



Figura 21 - Les Femmes d'Alger (O Versão O). Pablo Picasso.
Fonte: Proença (2008, p. 256).



OLHA CONSTRÓI A IMAGEM
COM AS FORMAS GEOMÉTRICAS.

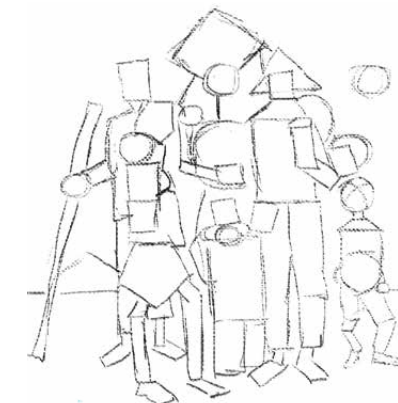
A relação entre a Arte e a Matemática permeou diversos outros movimentos artísticos posteriores ao Cubismo, nos quais observamos o uso das formas e os espaços na construção de elementos figurativos da imagem. As produções artísticas, tiveram cada qual suas especificidades de construção visual, poética, conceitual e técnica, nessa relação, conceitos como *belo*, *harmonia* e *técnicas* são moldáveis e efêmeros diante dessa construção histórica.

Nas pinturas de Cândido Portinari (figura 22) e a de Roy Lichtenstein (figura 23) notamos a utilização das formas geométricas na construção gráfica, cada qual com suas peculiaridades estéticas. Na figura 23, observamos a inserção no espaço gráfico da pintura, de uma linguagem textual (palavras) dentro de balões de fala, oriundo da linguagem das histórias em quadrinhos. (PROENÇA, 2008)

No século XX, o aparecimento de novas linguagens oriundas das transformações culturais que aconteceram na sociedade, como o aparecimento da *máquina* e sua inferência na construção visual possibilitaram ao homem, novas formas e concepções de produção artísticas e conceituais da arte. (PROENÇA, 2008).



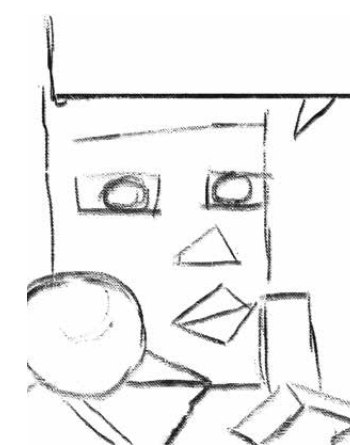
Figura 22 - Os Retirantes. Cândido Portinari.
Fonte: Proença (2008, p. 309).



OLHA CONSTROEM AS IMAGENS
COM AS FORMAS GEOMÉTRICAS.



Figura 23 - The Melody Haunts My Reverie. Roy Lichtenstein.
Fonte: Proença (2008, p. 351).



Com o advento da *fotografia*, do *cinema* e das *histórias em quadrinhos*, com suas especificidades enquanto linguagem (criativas, técnicas, processual e de aparatos tecnológicos na construção) assemelham-se no conceito de produção visual, de criação de imagem. Existem semelhanças entre os elementos da linguagem do cinema e dos quadrinhos,

[...] cinema e quadrinhos se aproximam muito mais pela questão narrativa inerente a seus discursos do que por uma semioticidade centrada na imagem. A narrativa nos dois pressupõe uma continuidade que é enfrentada diferentemente, segundo suas técnicas específicas e seus projetos semióticos. (CIRNE, 2000, 136)

Observamos que nessas novas linguagens que foram construídas no século XX, apresentam uma intrínseca relação da Arte e da Matemática, na construção da imagem ou das múltiplas potencialidades de uso da imagem enquanto expressão e/ou leitura. Como exemplo, destacamos, nos elementos da linguagem das histórias em quadrinhos: o tamanho, formas e os espaços dos *quadros*– em uma analogia a relação espacial e temporal; os *balões*– com os espaços das formas geométricas e a própria estrutura gráfica dos desenhos nas páginas das histórias, exemplo na figura 24.

No Cinema e na Fotografia, existe um elemento característico dessas linguagens que dialogam na relação entre a Arte e a Matemática, o chamado *Plano*. Esse elemento, define o enquadramento da imagem, que pode ser construída com uma di-

Quadros ou Requadros são limitadas pelas exigências da narrativa e pelas dimensões da página, na função de dinamismo e linearidade às sequências, é o espaço onde acontecem as ações da história, uma espécie de moldura que enquadra a perspectiva do desenho. (EISNER, 1999)

Os **Balões** são elementos que contribuem no processo narrativo, além de ser um requadro onde contem a fala/pensamento do personagem, contribui na natureza, ação e na emoção da escrita - palavras. (EISNER, 1999)

Plano, consiste na representação de elementos estruturados de uma imagem, os planos normatizam os elementos constituintes (Grande Plano Geral; Plano Geral; Plano Americano; Plano Conjunto; Plano médio; Primeiro Plano; Close e Detalhe), esses quais, auxiliam na composição e no enquadramento, constroem significados junto às estruturas narrativas (no cinema, na fotografia, na animação, nos quadros das histórias em quadrinhos, nos storyboards e em outras representações gráficas). (XAVIER, 2005)

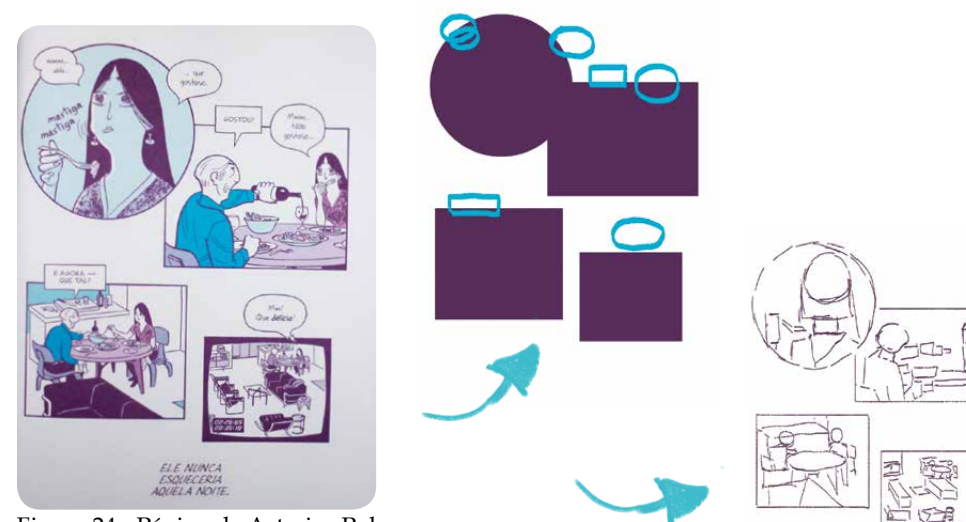


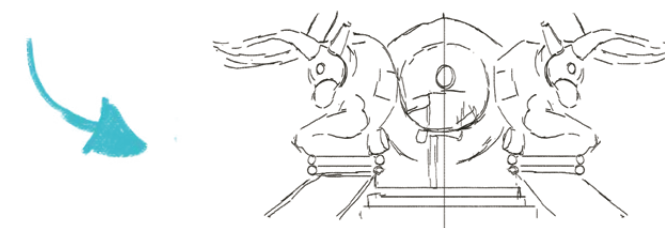
Figura 24 - Página de Asterios Polyp.
Fonte: Mazzuchelli (2011, p. 63).

versidade de objetos ou componentes da natureza (desde uma paisagem ampla, até uma microexpressão de um personagem). Nessa construção imagética, seja da fotografia ou da filmagem, podemos observar a relação da Arte com a Matemática no espaço gráfico determinado pelo plano específico da imagem, como: a relação de espacialidade (de um ou mais objetos) e as formas que se associam junto às cores e a simetria. Essas relações podem ser observadas na figura 25, qual constitui um frame/fotograma de filme, que contém elementos visuais, como



Figura 25 - Fotograma do filme 300 de Esparta (EUA, 2007), dirigido por Zack Snyder.
Fonte: Proença (2008, p. 370).

a simetria e as formas geométricas quais estruturam o espaço da cena.



A partir do início do século XX no processo de construção da imagem, com os diferentes meios tecnológicos e as diferentes linguagens, se mesclam de forma ampliada. (MACHADO, 2007) Deste modo, os meios e as linguagens não se diferem entre ambas, mas se constroem em uma relação mútua,

[...] as misturas entre comunicações e artes também se adensam, tornando suas fronteiras permeáveis. Empréstimos, influências e intercâmbios ocorrem em ambas as direções. As reproduções fotográficas de obras em livros, os documentários sobre arte, os anúncios publicitários que se apropriam das imagens de obras de arte, as réplicas tridimensionais de esculturas vendidas em museus, tudo isso foi levando o conhecimento sobre as artes para um público cada vez mais amplo, e um maior número de pessoas foi tomando conhecimento da existência da arte, de sua história e tendo acesso a ela, mesmo que seja por meio de reproduções em cartões postais, calendários, ou por meio de programas de televisão, vídeos, etc. (SANTAELLA, 2005, p. 14-15)

Segundo Santaella (2005), a relação mútua entre os diferentes meios e as diversas linguagens no processo de construção da imagem, apresentam fronteiras não delimitadas na composição imagética, de forma que, existe um campo aberto, permeável e líquido de/para criação, uma espécie de incorporação e utilização dos meios e das linguagens de forma híbrida (refere-se a híbrido, algo que é de decorrência de uma mescla, mistura, agrupamento de dois ou mais elementos diferentes). Sendo assim, as criações híbridas modificam as concepções, os conceitos, as técnicas e os métodos de criação de imagem, ou seja, permeiam as diferentes linguagens e meios em um processo mútuo.

Como exemplo na figura 26, constituídos de diferentes linguagens, quais utilizam elementos oriundos das ilustrações, das pinturas, da fotografia e dos próprios elementos das histórias em quadrinhos, em uma relação mútua qual podemos observar a representação das formas visuais.



Figura 26 - da História em Quadrinhos - Mr. Punch: A Comédia Trágica ou a Tragédia Cômica de Mr. Punch.
Fonte: Gaiman (2010, p. 22 e 23).

“ALGUNS ELEMENTOS.”

Acabamos de observar a relação de proximidade entre a Arte e a Matemática em concepções históricas na construção da imagem. Para entender um pouco mais esta relação apresentaremos alguns conceitos intrínsecos que estão contidos na construção da imagem, de elementos específicos tanto da Matemática e quanto da Arte.

Apontamos para os elementos que são chamados de *Primitivos da Geometria Plana*, pelo fato de que, apresentam-se de forma intuitiva em decorrência da experiência e observação de forma visual. São esses: o Ponto, a Reta e o Plano.

→ PONTO ←

Observamos o *Ponto* como um elemento básico, determina uma posição no espaço, não possui volume, área ou comprimento. Pode ser representado por *um ponto único*, ou pela própria representação de um ponto em uma reta ou linha, identificado pelas letras maiúsculas do alfabeto - ponto A, ponto B, ponto C. (DOLCE, 2005)



Técnica construída por pontos, definida como *Pontilhismo* ou *Divisionismo*, é constituída graficamente na relação dos pontos, com proporção, proximidade e quantidade, de forma a estruturar a imagem. (PROENÇA, 2008) O ponto em uma quantidade maior, pode compor uma imagem figurativa, sendo essa, definida por uma quantidade de pontos delimitada, justaposta e em espaço de proximidade, em resultado gráfico,

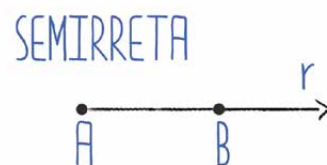
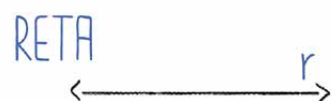
possibilita a criação da ilusão de tons ou de cores, visualizado na figura 27.



Figura 27 - Exemplo de imagem construída com pontos.
Fonte: Adaptado de Dondis (2003, p. 54).

→ RETA, SEMIRRETA E SEGMENTO DE RETA ←

Para Dolce (2005) e Jorge (2012), a *Reta* é uma representação infinita (sem início e fim), é composta por um conjunto de infinitos pontos, identificados pelas letras minúsculas - linha *r* e ponto *s* - do alfabeto. A *Semirreta* apresenta um ponto de início e sem um ponto final, e o *Segmento de reta* é uma parte/ espaço/ porção limitada de uma linha, que tem um início e um fim, observados na figura 28.



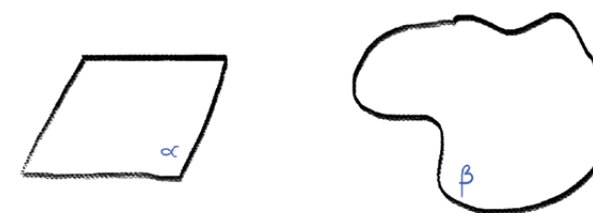
$\vec{AB}$ = SEMIRRETA
A = PONTO DE ORIGEM
B = PONTO QUE PERTENCE A SEMIRRETA

SEGMENTOS
 $\overline{CD}$ $\overline{DE}$ $\overline{CE}$

Figura 28 - Reta, Semirreta e Segmento de Reta.
Fonte: Adaptado de Jorge (2012).

→ PLANO ←

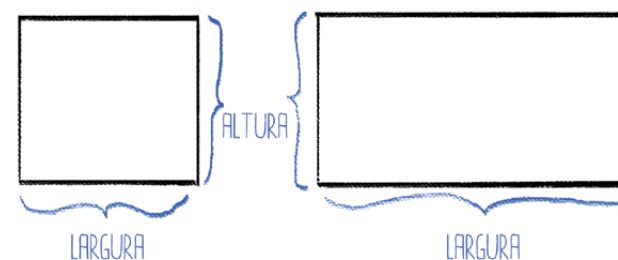
Superfície com duas dimensões infinitas, o *Plano* pode ser definido com um conjunto de infinitos pontos e infinitas linhas, identificados por letras do alfabeto grego, como exemplo: α (alfa), β (beta), γ (gama).



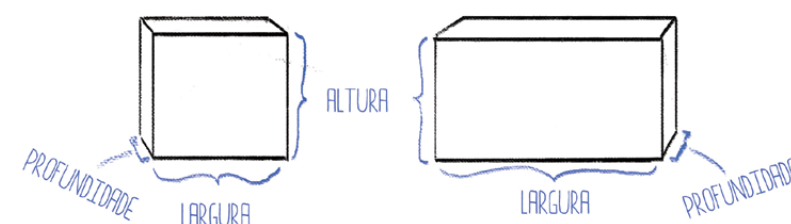
→ FORMAS GEOMÉTRICAS PLANAS E ESPACIAIS ←

Segundo Jorge (2012) e Vorderman (2013), as *formas geométricas espaciais* e *planas* são diferenciadas por terem: volume, pela relação de espaço ocupado, pelo número de dimensões. Podemos visualizar abaixo as formas geométricas planas, sendo que, essas não têm volume, e também as formas geométricas espaciais, quais apresentam volume.

FORMAS GEOMÉTRICAS PLANAS



FORMAS GEOMÉTRICAS ESPACIAIS



→ SIMETRIA ←

Outro elemento geométrico que está contido na relação entre a Arte e a Matemática é a *Simetria* (oriunda da palavra grega *Symmetria* ou *juta proporção* ou *justas medidas*) e seus conceitos fundamentais,

[...] corresponde a partes situadas em lados opostos de uma linha, de um plano ou ainda distribuídas em volta de um centro, de forma a apresentar regularidade nessa distribuição. Podemos caracterizar a simetria como sendo um conceito científico, embora não desenvolvido pelo homem, mas uma imitação da Natureza para aplicação. (CONTADOR, 2007, p. 124) O **plano da simetria** é assim chamado pois divide a figura em duas partes iguais, como que espelhadas, uma reflexo da outra. [...] A **linha simétrica** pode ser classificada por um número, chamado de ordem. Está ordem nos diz de quantas maneiras a linha pode dividir a figura mantendo a simetria. [...] O **centro da simetria** é um ponto tal, que a distâncias iguais desse ponto, sempre encontraremos outros pontos iguais da figura. (CONTADOR, 2007, p. 125)

Esses conceitos fundamentais da *Simetria* podem ser visualizados na Figura 29.

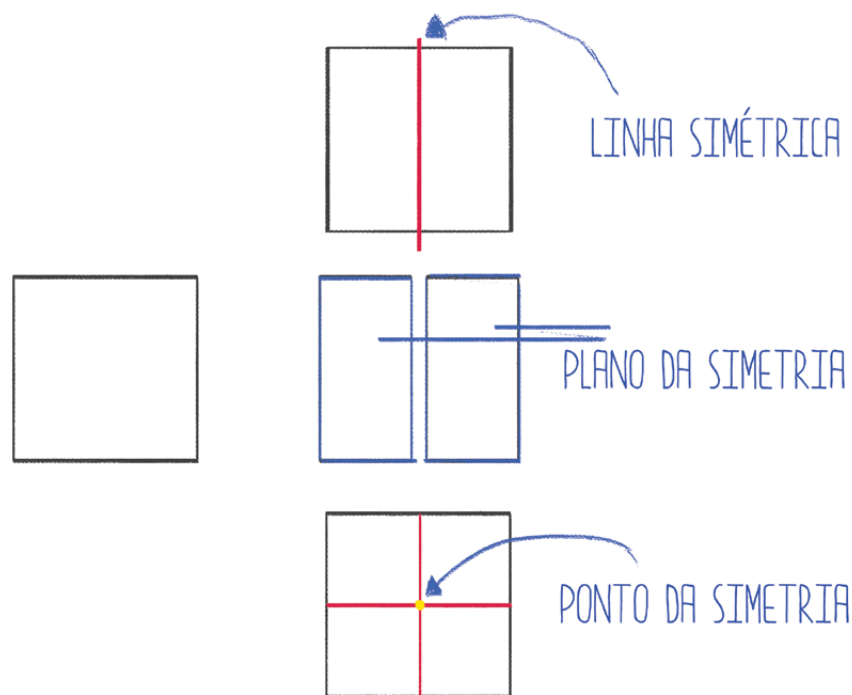


Figura 29 - Representação do Plano, Linha e Centro da Simetria.
Fonte: Adaptado de Contador (2007, p. 124).

Apresentaremos nesse ponto, alguns elementos que potencializam a construção da imagem, definido por Dondis (2003) como elementos visuais básicos. Esses elementos,

[...] são a matéria-prima de toda informação visual em termos de opções e combinações seletivas. A estrutura da obra visual é a força que determina quais elementos visuais estão presentes, e com qual ênfase essa presença ocorre. (DONDIS, 2003, p. 51)

Dondis (2003) explica que a imagem, contém elementos que define como *visuais básicos*, são aqueles que unificam a composição visual, sendo que, a construção imagética é formada por partes interatuantes, ou seja, os elementos se relacionam no espaço gráfico da imagem. Esses elementos, são constituintes e podem ser visualizados de forma fragmentada, isolada e independente, mas que em um sistema formativo, apresentam-se como um todo, imagem.

Exemplificaremos apenas os elementos: *a linha, a forma, a direção, o tom, a escala e a dimensão*, os quais podem contribuir de melhor maneira para a proposta do Guia de Aprendizagem. Os *elementos visuais básicos* são dispostos e construídos na intencionalidade de quem está produzindo, seja enquanto ofício ou expressão da arte, sendo assim, infinitas possibilidades. (DONDIS, 2003)

→ LINHA ←

A *linha* é outro elemento visual gráfico apresentado por Dondis (2003), que exemplifica como uma proximidade de diversos pontos, que os torna impossível identificá-los visualmente. Esse elemento, constrói de forma gráfica a sensação de sentido, direção e de sequência continua (figura 30). Sendo assim, a linha "onde quer que seja utilizada, é o instrumento fundamental da pré-visualização, o meio de apresentar, em forma palpável, aquilo que ainda não existe, a não ser na imaginação." (DONDIS, 2003, p. 55)

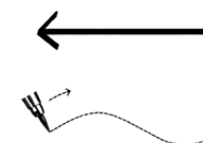


Figura 30 - Exemplo do elemento Linha.
Fonte: Adaptado de Dondis (2003, p. 55).

A linha é apresentada como elemento potencial, isso determina em uma construção visual, significados diferentes e propósitos diversos, como uma liberdade no processo de construção imagética. (DONDIS, 2003) A linha pode apresentar-se com uma flexibilidade de forma experimental (figura 31), mas em contra ponto, a linha pode ter uma função visual rígida, de precisão métrica (figura 32). Para a composição da imagem, a utilização da linha (tamanho, espessura, sequencia) expõe intencionalidade significativa na criação, “a linha reflete a intenção do artífice ou artista, seus sentimentos e emoções mais pessoais e, mais importante que tudo, sua visão.”. (DONDIS, 2003, p. 57)

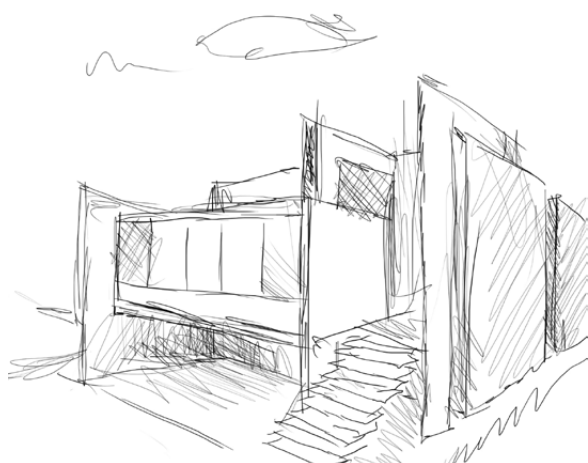


Figura 31 - Exemplo de Imagem construída com a linha.
Fonte: Adaptado de Dondis (2003, p. 55).

OLHA A DIFERENÇA
DO USO DA LINHA
NA FIGURAÇÃO DA
IMAGEM

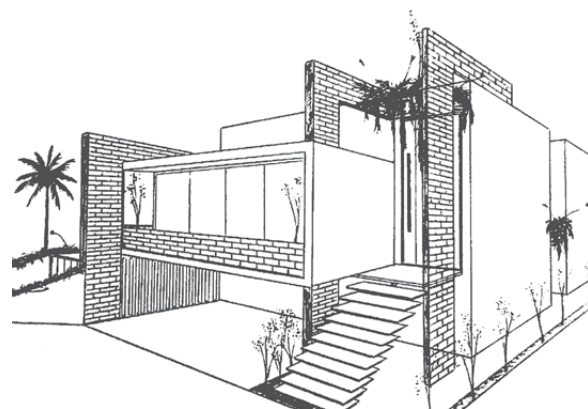


Figura 32 - Exemplo de Imagem construída com a linha.
Fonte: Adaptado de Dondis (2003, p. 55).

FORMA

Dondis (2003) exemplifica a *forma* na linguagem das Artes Visuais, como um elemento que é constituído com base na linha e apresenta três formas básicas: o círculo, o quadrado e o triângulo equilátero.



Dondis (2003) pontua sobre a atribuição de significados que as três formas básicas apresentam,

[...] a cada uma se atribui uma grande quantidade de significados, alguns por associação, outros por vinculação arbitrária, e outros, ainda através de nossas próprias percepções psicológicas e fisiológicas. Ao quadrado se associam enfado, honestidade, retidão e esmero; ao triângulo, ação, conflito, tensão; ao círculo, infinitude, calidez, proteção. (DONDIS, 2003, p. 57)

Na relação de significado das formas pontuado por Dondis (2003), o autor apresenta as formas de maneira descritiva e visual, o que facilita a compreensão de seus elementos intrínsecos (observados na figura 33),

O **quadrado** é uma figura de quadro lados, com ângulos retos rigorosamente iguais nos cantos e lados que têm exatamente o mesmo comprimento [...]. O **círculo** é uma figura continuamente curva, cujo contorno é, em todos os pontos, equidistante de seu ponto central [...]. O **triângulo equilátero** é uma figura de três lados cujos ângulos e lados são todos iguais. (DONDIS, 2003, p. 58)

A atribuição de significado e as especificidades conceituadas nas formas básicas desencadeia no âmbito imagético um amplo campo de análise para as diversas construções visuais, como também, aos produtores da imagem, que utilizam desse potencial de significado das formas, na aplicação e para a exteriorização das produções visuais.

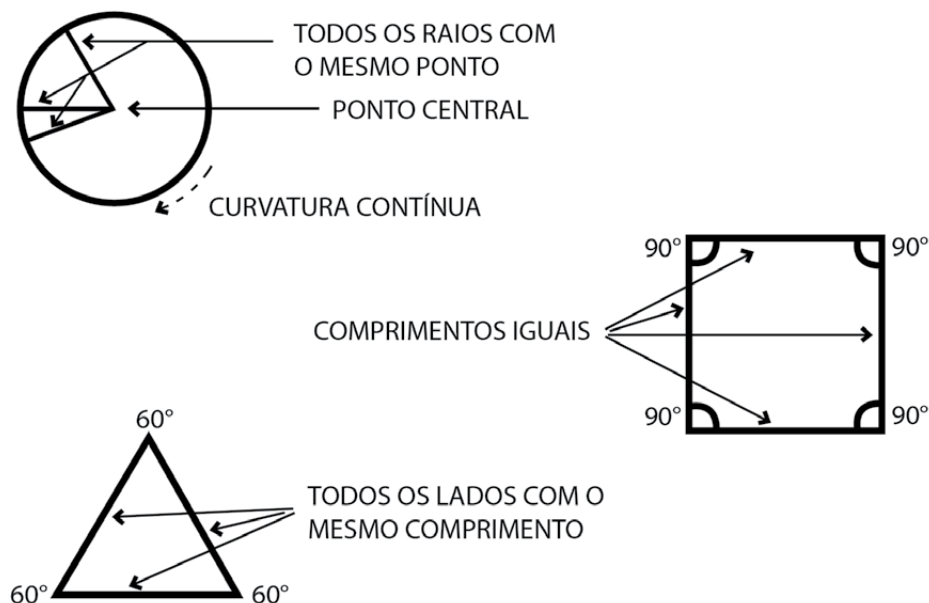


Figura 33 - Especificidades das três formas básicas.
Fonte: Adaptado de Dondis (2003, p. 58).

DIREÇÃO

Outro elemento exemplificado por Dondis (2003) é a *direção*, que apresenta três direções visuais básicas: a horizontal e a vertical (item A da figura 34); a diagonal (item B da figura 34) e a curva (item C da figura 34).

Cada uma das direções visuais tem um forte significado associativo e é um valioso instrumento para a criação de mensagens visuais [...] todas as forças direcionais são de grande importância para a intenção composicional voltada para um efeito e um significado definidos. (DONDIS, 2003, p. 58)

As direções visuais apresentam (ou contribuem) na imagem um caráter de estabilidade e/ou instabilidade visual, sendo assim, os elementos contidos na imagem contribuem para o potencial de construção de significado de maneira intencional.

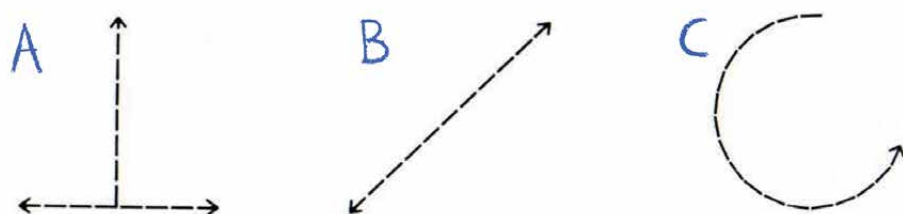


Figura 34 - Elemento Direção.
Fonte: Adaptado de Dondis (2003, p. 59).

TOM

Outro elemento visual que é fragmentado por Dondis (2003) na totalidade da imagem é o *Tom*. Esse elemento pode ser visualizado, na intensidade do claro e do escuro, permeado na variação de luz ou dos tons de cor,

[...] são os meios pelos quais distinguimos opticamente a complexidade da informação visual do ambiente. Em outras palavras, vemos o que é escuro porque está próximo ou se superpõe ao claro, e vice-versa [...] a trajetória que vai da obscuridade à luz é entremeadada por múltiplas gradações sutis, que são extremamente limitadas nos meios humanos de reprodução da natureza. (DONDIS, 2003, p. 61)

Dondis (2003) exemplifica no elemento do *Tom*, as centenas de gradações tonais que existe entre a luz e a obscuridade em recursos específicos de utilização/aplicação, como: na fotografia, no desenho, nas pinturas e em meios visuais. O autor explicita de forma visual a escala tonal comum que existe entre o preto e o branco. Esse exemplo de escala tem uma característica predominante na relação espacial de construção da imagem, de modo que, apresenta na construção imagética a relação dimensional, observada na figura 35.

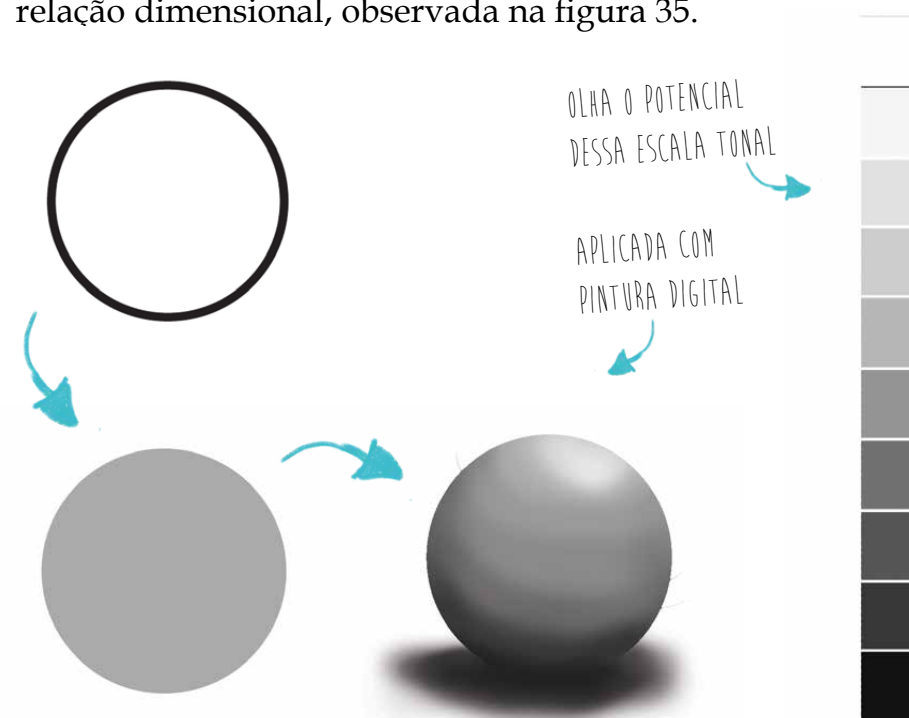


Figura 35 - Escala tonal e aplicação
Fonte: Adaptado de Dondis (2003, p. 62).

ESCALA

Todos os elementos são líquidos na composição da imagem, os quais são moldáveis e relacionam-se entre si. (DONDIS, 2003) No sentido de tamanho, espaço e o elemento *Escala*, é que se estabelece aspectos de dualidade em elementos que constroem (em partes) a imagem,

Em outras palavras, o grande não pode existir sem o pequeno (fig. 3.31). Porém, mesmo quando se estabelece o grande através do pequeno, a escala toda pode ser modificada pela introdução de outra modificação visual (fig. 3.32). A escala pode ser estabelecida não só através do tamanho relativo das pistas visuais, mas também através das relações com o campo ou com o ambiente. (DONDIS, 2003, p. 61)

O autor exemplifica com as figuras o elemento de medição e proporção (item A da figura 36) no âmbito visual, como também nos elementos visuais, a sequência e o ritmo visual (item B da figura 36). Para Dondis (2003) a relação visual da escala, proporção e espaço são construídas historicamente pelo ser humano e sua relação com o meio, exemplifica a Escala como parte de um elemento integrante da *Secção Áurea* (abordado anteriormente). Sendo assim, a Escala é um elemento estruturante na relação dos objetos e significados visuais.

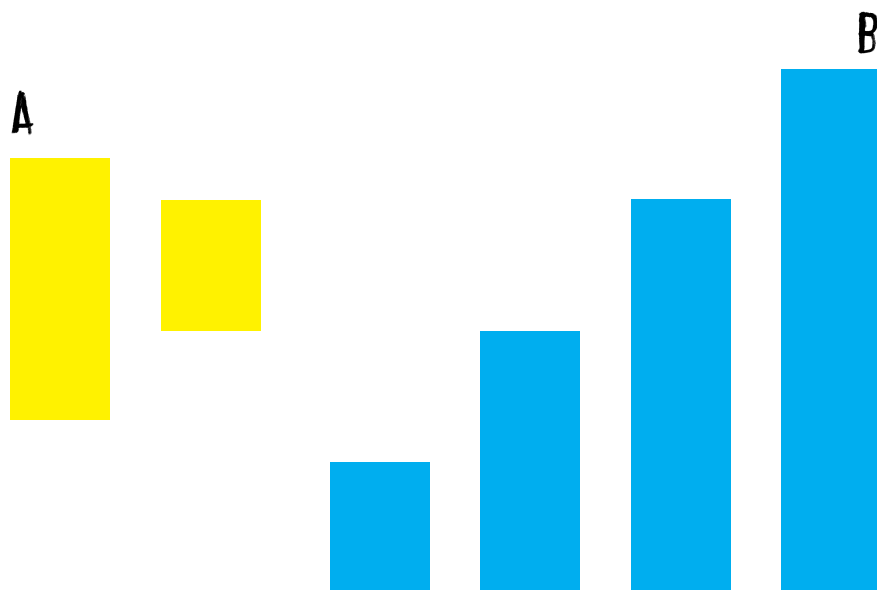


Figura 36 - Exemplificações de escala.
Fonte: Adaptado de Dondis (2003, p. 72).

DIMENSÃO

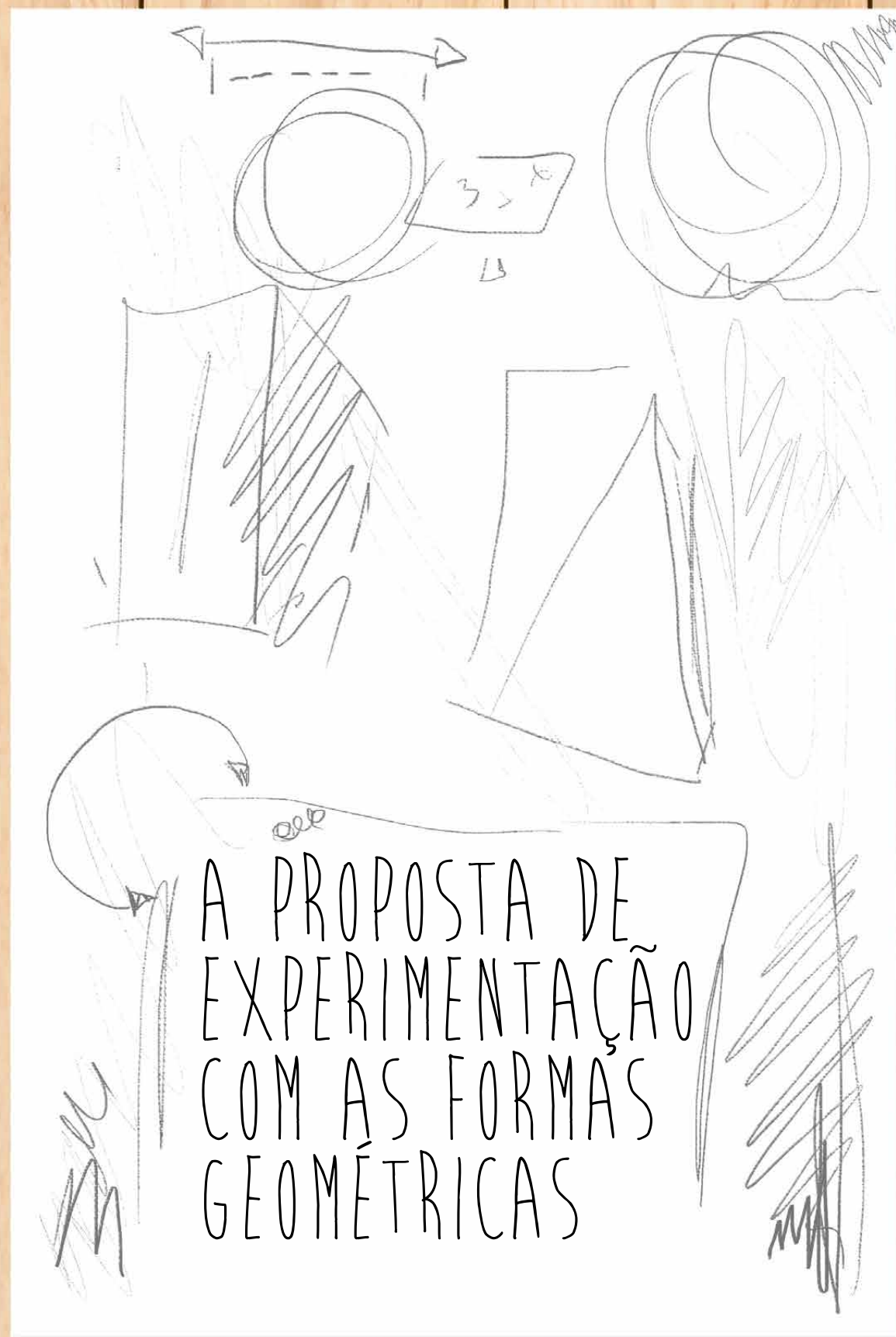
O elemento da *Dimensão* na construção da imagem bidimensional, é construída em uma representação *ilusória* da realidade, pois a dimensão se encontra (na existência) do mundo real. Para Dondis (2003, p. 75) “[...] em nenhuma das representações bidimensionais da realidade, como o desenho, a pintura, a fotografia, o cinema e a televisão, existe uma dimensão real; ela é apenas implícita”, essa representação de maneira ilusória/implícita apresenta-se como recurso na representação do real, com uso da Perspectiva (apresentada no item anterior) e a relação com elementos visuais,

[...] a ilusão pode ser reforçada de muitas maneiras, mas o principal artifício para simulá-la é a convenção técnica da perspectiva. Os efeitos produzidos pela perspectiva podem ser intensificados pela manipulação tonal, através do claro-escuro, a dramática ênfase de luz e sombra. (DONDIS, 2003, p. 75)

A construção *ilusória* da Dimensão, enquanto representação gráfica bidimensional foi muito utilizada na construção (histórica) da imagem recorrente ao homem, com os desenhos, as pinturas, os projetos de arquitetura e esculturas. É muito utilizada após o século XX, na manipulação e construção da imagem com os computadores, celular e tecnologias relacionadas, quais apresentam o uso dessa dimensão de forma ilusória, como exemplo: em projetos de vídeos e imagem (figura 37), representações gráficas da realidade (jogos), nos cenários e personagens de desenhos, filmes e animações.



Figura 37 -
Ilustração digital.
Fonte: Arquivo
pessoal do autor.



A PROPOSTA DE
EXPERIMENTAÇÃO
COM AS FORMAS
GEOMÉTRICAS

A seguir vamos observar a exemplificação da proposta de construção da imagem com as formas geométricas, parte da pesquisa e da experiência do pesquisador enquanto produtor de arte, de modo que, esse já utiliza em suas composições, do processo de construção e estruturação da imagem geométrica.

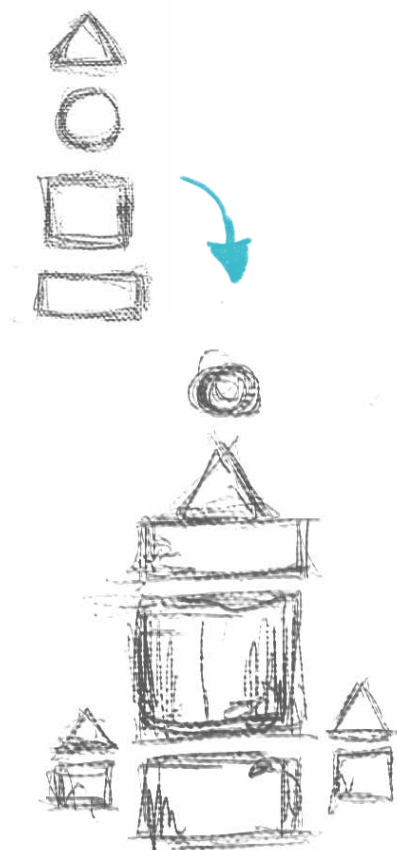
PROPOSTA DE EXPERIMENTAÇÃO DE DESENHO A PARTIR DE FORMAS GEOMÉTRICAS PARA COMPOR UMA IMAGEM

A proposta constitui-se em quatro itens sequenciais para a construção do desenho que utiliza as formas geométricas:

1. ESBOÇO GEOMÉTRICO:

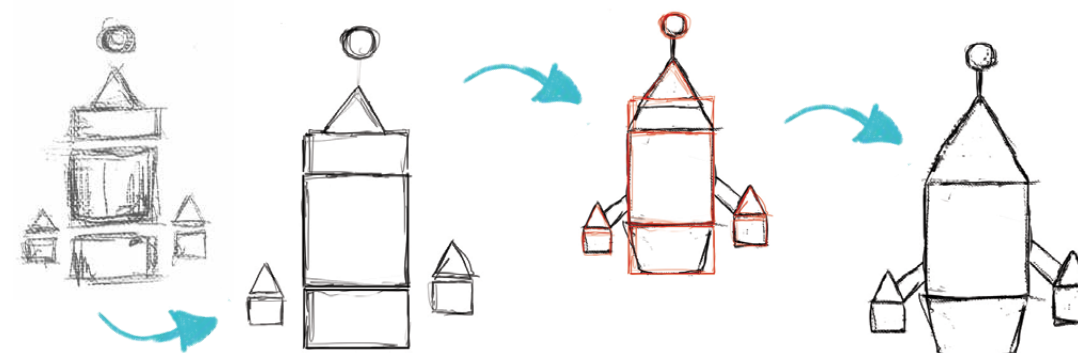
É à base da proposta para a construção gráfica na composição do desenho.

- Definir o que vai ser desenhado;
- Relacionar o objeto definido (ao máximo) com as formas geométricas;
- Estruturar as formas geométricas e os espaços contidos entre as formas geométricas, na busca de, definir a estrutura do desenho com as formas.



2. DEFINIÇÃO DOS TRAÇOS:

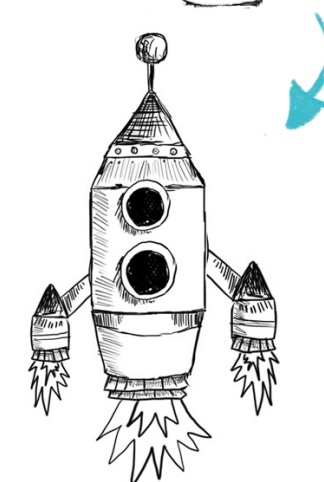
Depois de construída e definida a estrutura das formas geométricas e os espaços que vão compor o desenho, em seguida, define-se o traço para o desenho (contorno do objeto), o que dará visualidade e finalidade figurativa.



3. FINALIZAÇÃO DA FIGURA:

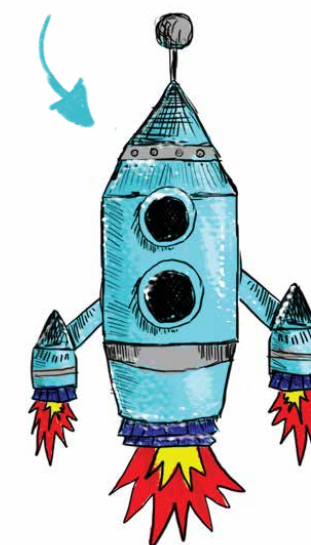
Esse item relaciona-se especificamente com os materiais que serão utilizados para compor o término do desenho, o contorno final ou definição final do traço.

- O traço na definição do desenho fica em aberto a de quem está desenhando, para utilizar os materiais e as técnicas que tiver a disposição (caneta, tinta, pincéis, desenho digital etc).



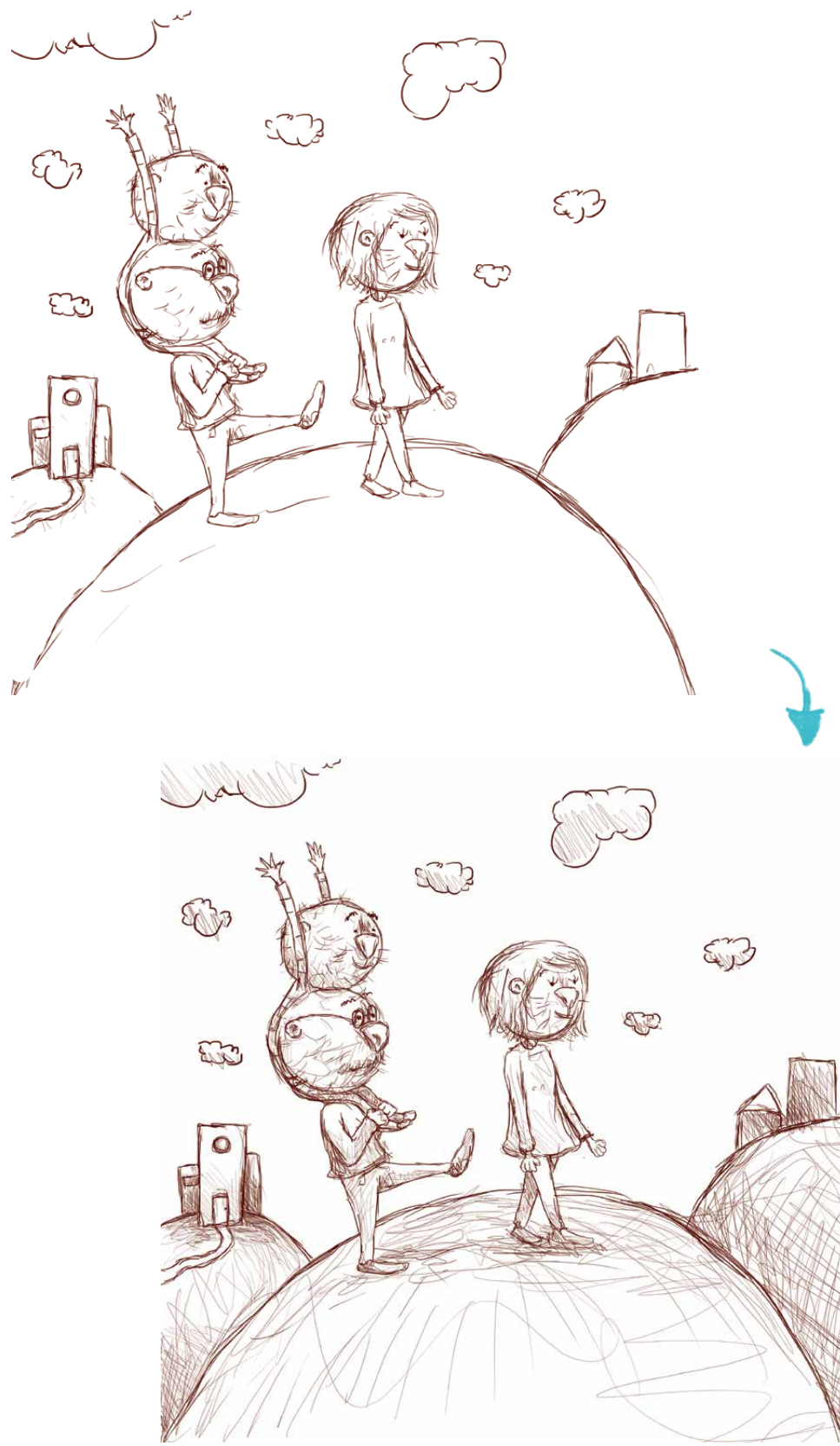
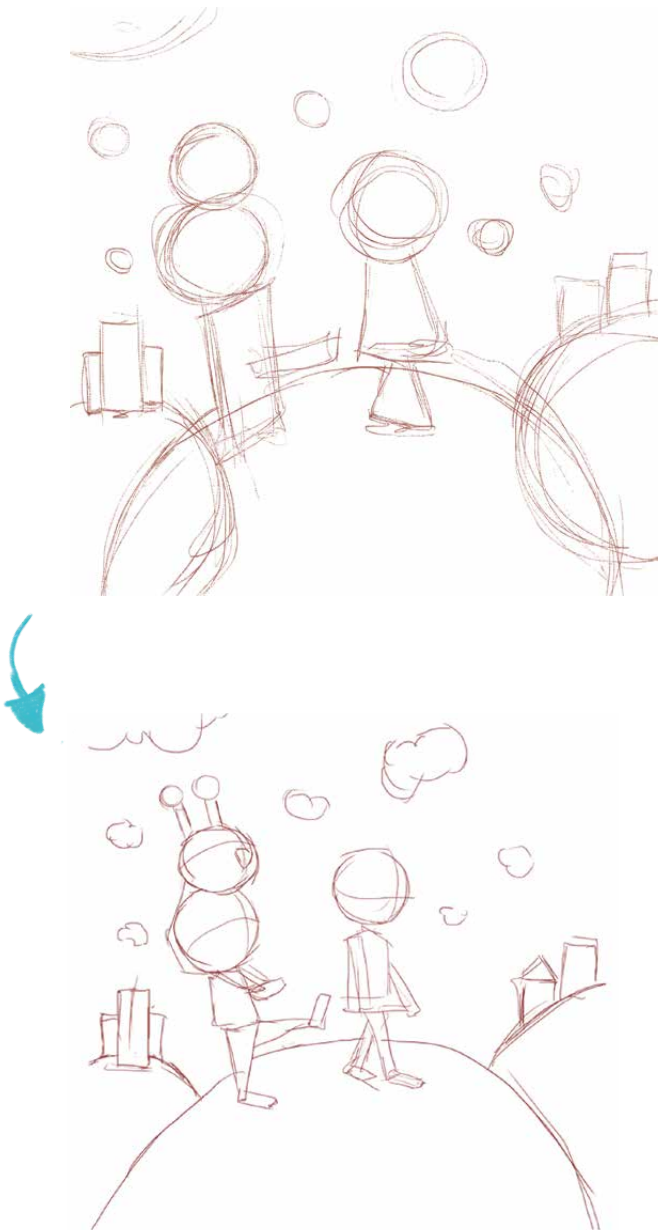
4. COLORIZAÇÃO:

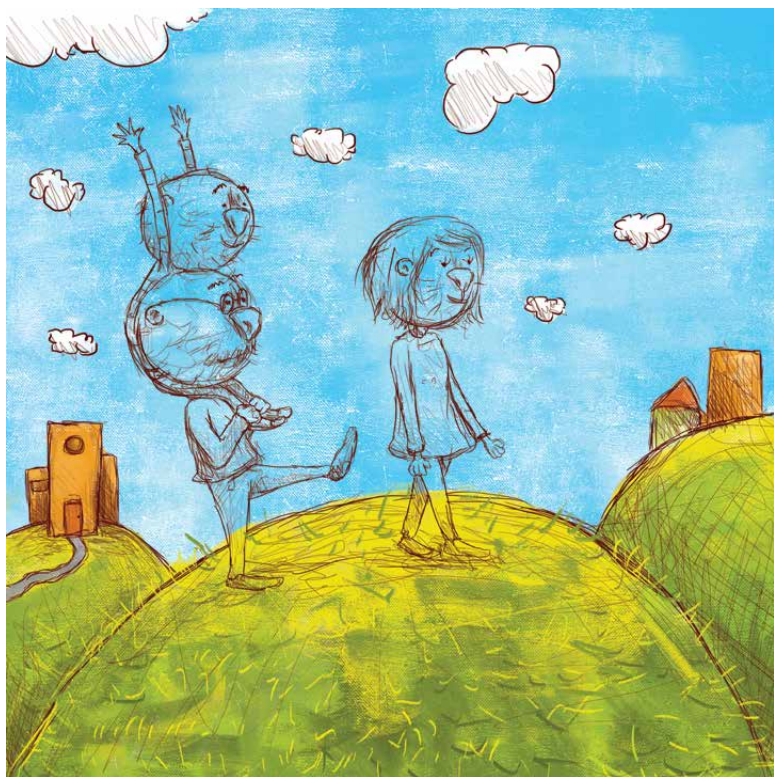
O item final da composição do desenho, relaciona-se com a aplicação das cores, que vão finalizar e compor com as cores (tonalidades e efeitos) os espaços do desenho, utilizando das técnicas artísticas adequadas ao material escolhido para a colorização.



EXEMPLO DA APLICAÇÃO DA PROPOSTA.

Exemplificação visual da aplicação dos quatro itens da *Proposta de Experimentação de Desenho a partir de Formas Geométricas para compor uma imagem, na construção de uma ilustração.*





OLHA A ILUSTRAÇÃO
FINALIZADA.





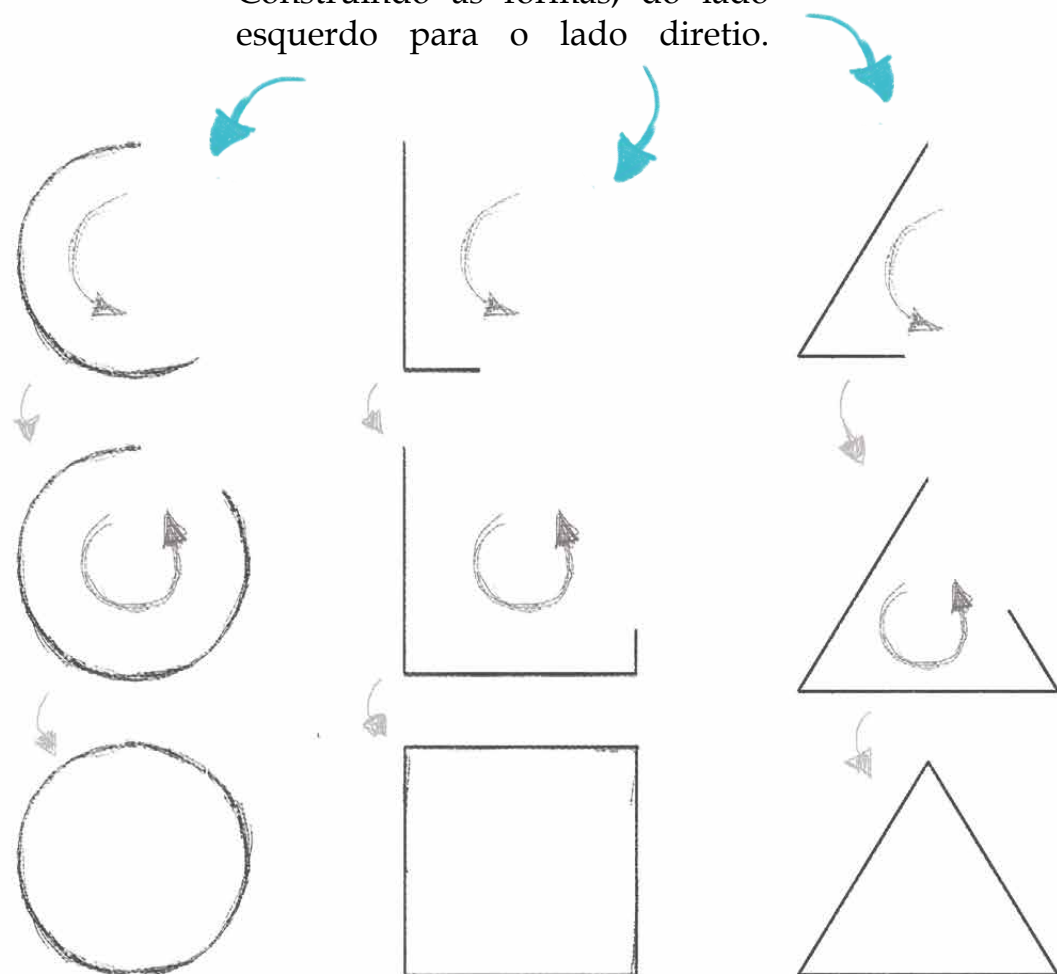
Em continuidade a proposta de experimentação com as formas geométricas, apresentamos a seguir, alguns exercícios referentes ao visualizar as formas geométricas na imagem e a experiência do desenho com as formas geométricas.

EXERCITANDO COM AS FORMAS GEOMÉTRICAS.

Esse primeiro exercício, propõe desenhar as formas geométricas básicas: o *quadrado*, o *círculo* e o *triângulo*, com o objetivo de praticar o desenvolvimento das formas geométricas.

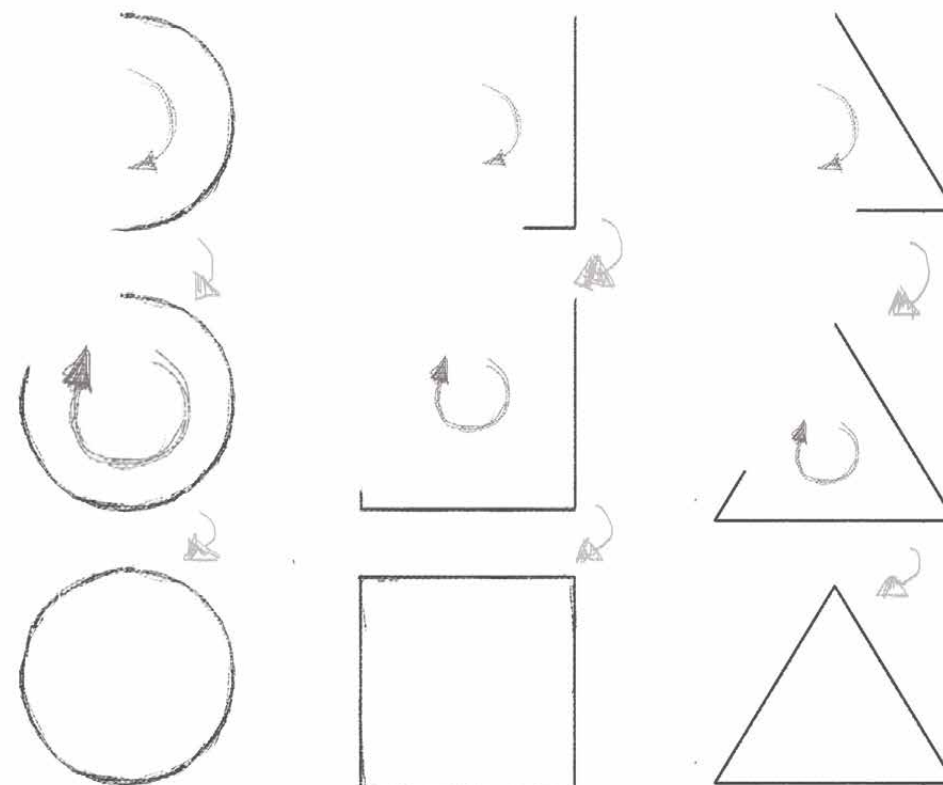
Vamos desenhar as três formas dessas duas maneiras:

Construindo as formas, do lado esquerdo para o lado direito.

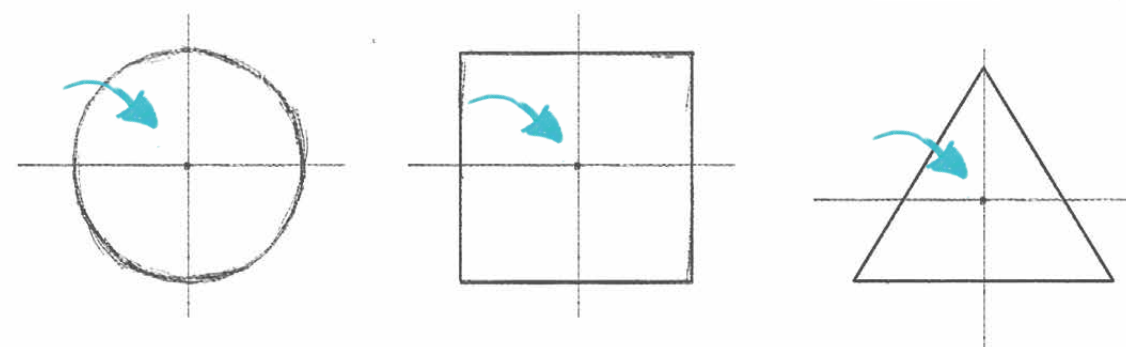


PEGUE SEUS LÁPIS E
VAMOS EXPERIMENTAR
O DESENHO.

E depois construindo as formas, do lado direito para o lado esquerdo.



Já conseguimos observar nas formas construídas, os elementos da *Simetria* e o *ponto central* das formas.



→ PONTUANDO AS FORMAS GEOMÉTRICAS

Como já abordado anteriormente nesse *guia de aprendizagem*, as formas geométricas estão intrínsecas na construção da imagem figurativa. Essa atividade objetiva *visualizar e pontuar* as formas geométricas, *desenhando-as* sem “perder” a estrutura da imagem, de modo a contribuir para o olhar geométrico, como exemplificado abaixo.

TEMOS ESSA IMAGEM

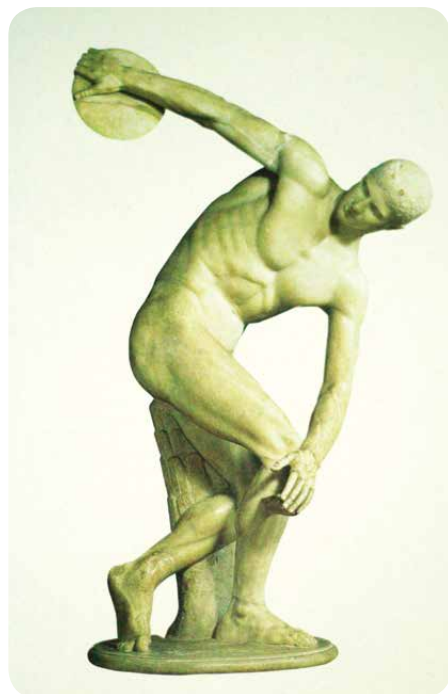


Figura 38 - Discóbolo. .
Fonte: Gombrich (2011, p. 90).

AGORA DESENHAMOS AS FORMAS
QUE ESTRUTURAM ESSA IMAGEM



Observamos que a atividade *pontuando formas* pode proporcionar a visualização espacial e formativa das formas geométricas. Agora propomos que você - leitor, faça essa atividade, pontuando e desenhando as formas geométricas que visualiza nas figuras 39, 40 e 41 a seguir.

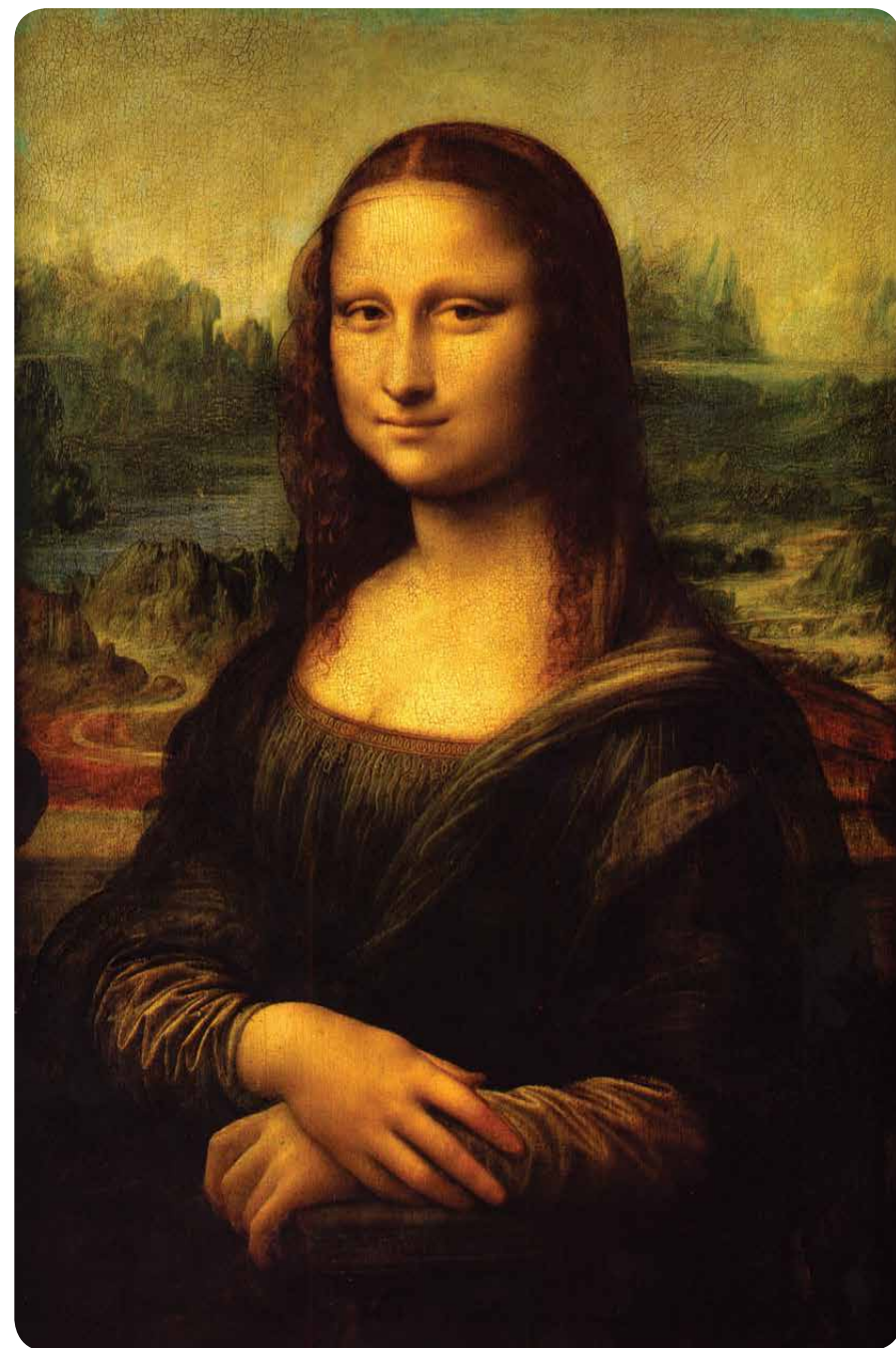


Figura 39 - A Gioconda (Mona Lina), Leonardo Da Vinci.
Fonte: Atalay (2007, p. 159).

VAMOS LÁ!
DESENHA TODAS
AS FORMAS GEOMÉTRICAS
QUE ENCONTRAR.



Figura 40 - Les Femmes d'Alger (O Version O). Pablo Picasso.
Fonte: Proença (2008).

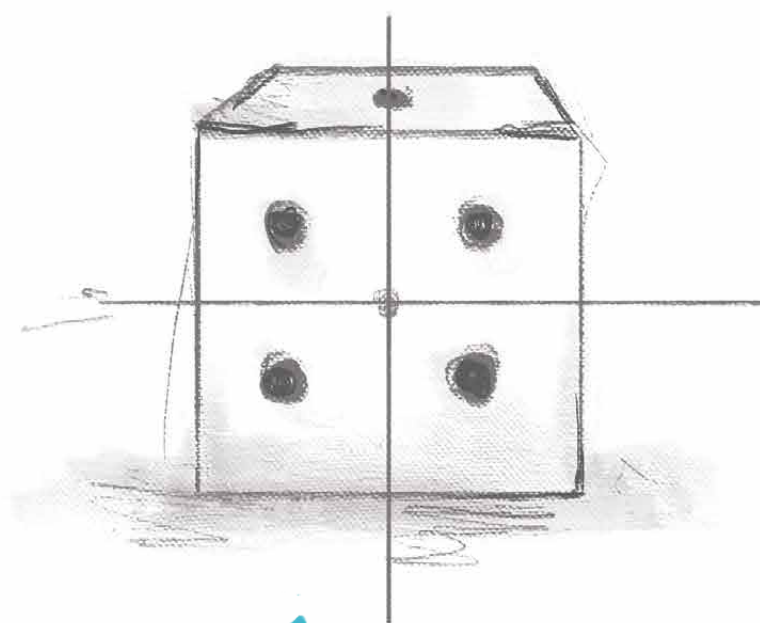


Figura 41 - Vertumnus. Giuseppe Arcimboldo.
Fonte: Proença (2008).

De modo a contribuir para a sensibilização do olhar as formas geométricas e a prática ao desenho, indicamos que você leitor a desenhos uma quantidade maior de imagens, praticando essa atividade.

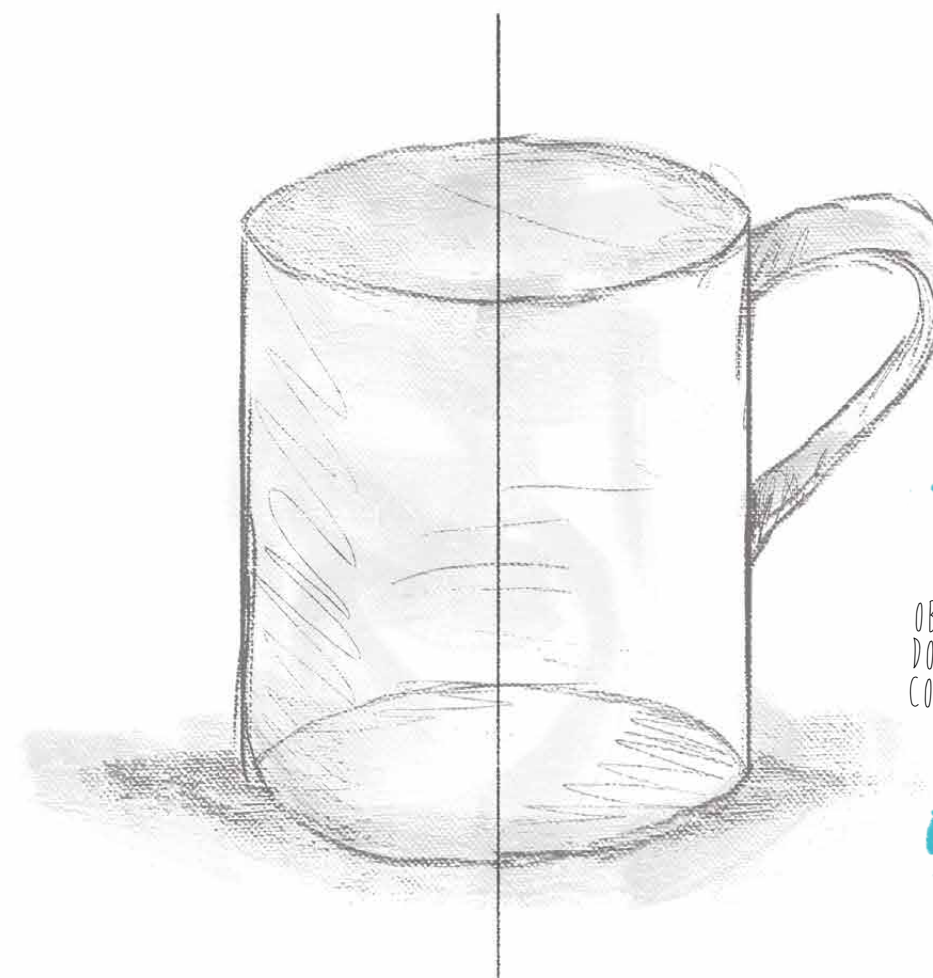
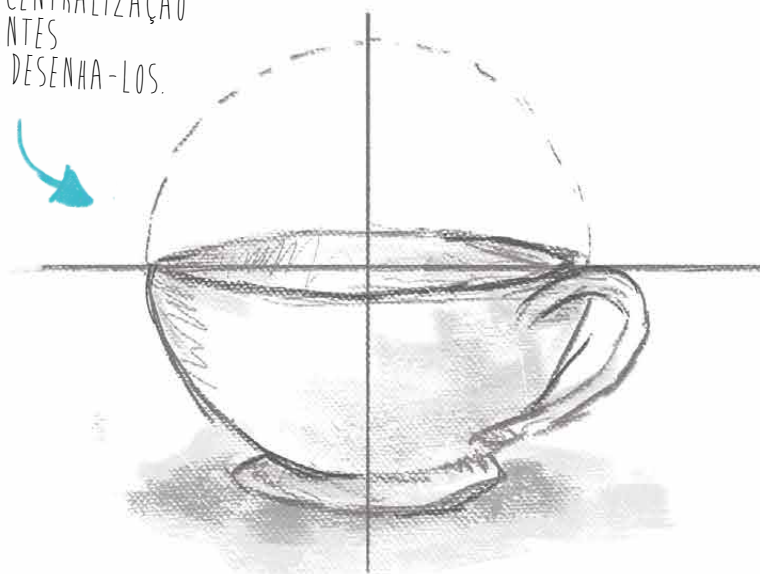
DESENHANDO COM AS FORMAS: CENTRALIZAÇÃO E SIMETRIA

Como já abordado anteriormente, sobre as relações de *simetria* e a *centralização das formas*, contidas nas diversas imagens que historicamente, relacionam a Arte e a Matemática. Essa atividade objetiva a produção de desenho de objetos, destacando neles os elementos da centralização das formas e da simetria.



VAMOS LÁ DESENHAR!

OBSERVE A SIMETRIA
E O PONTO DE CENTRALIZAÇÃO
DOS OBJETOS ANTES
DE COMEÇAR A DESENHA-LOS.



OBSERVE A SIMETRIA
DOS OBJETOS ANTES
DE COMEÇAR A DESENHA-LOS.

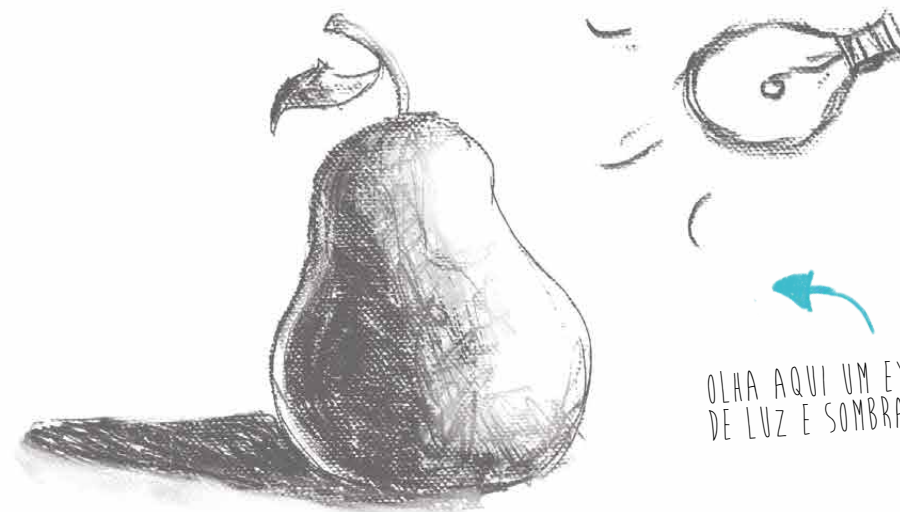
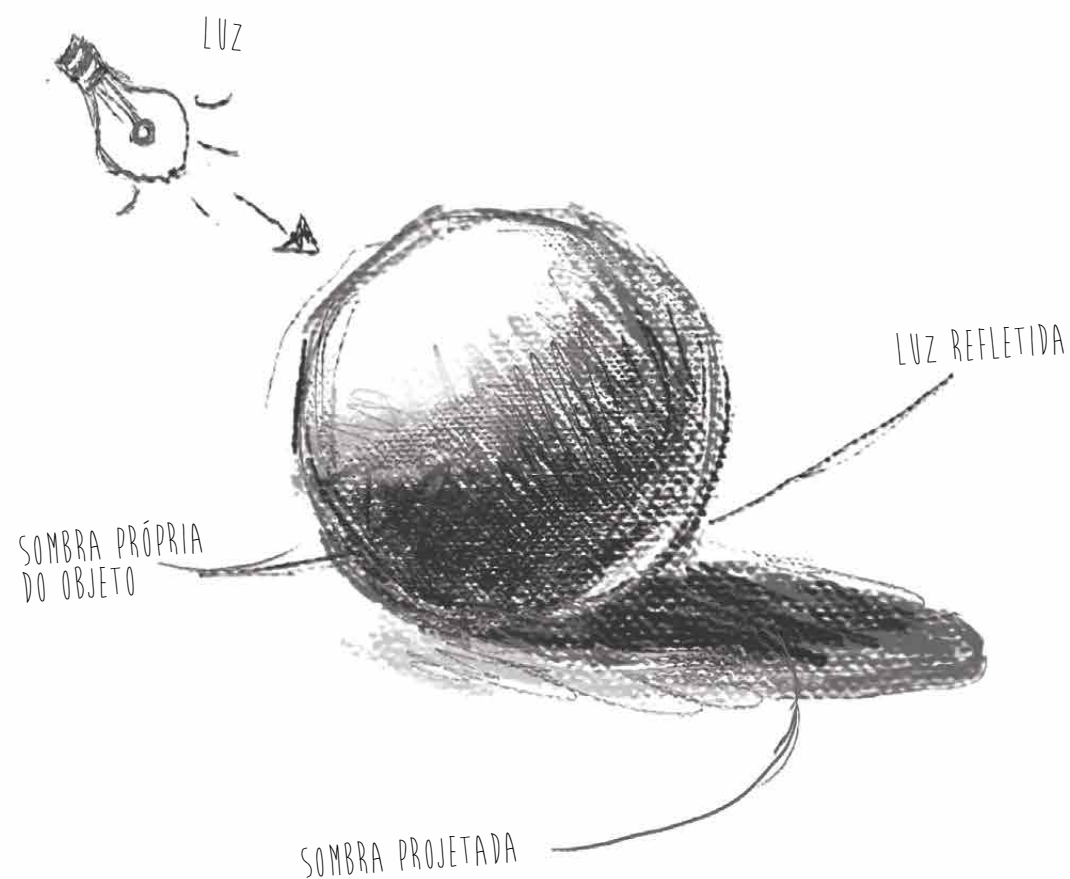


Indicamos a você leitor, desenhar esses exemplos apresentados, utilizando dos elementos da *centralização* e da *simetria*.

A LUZ E A SOMBRA

Essa atividade propõe a utilização do elemento - *luz e sombra* que pode ser aplicado na construção do desenho. Exemplifica a aplicação desse elemento em um objeto, como também, apresenta visualmente a formação da *intensidade da sombra* produzida pela relação dos traços.

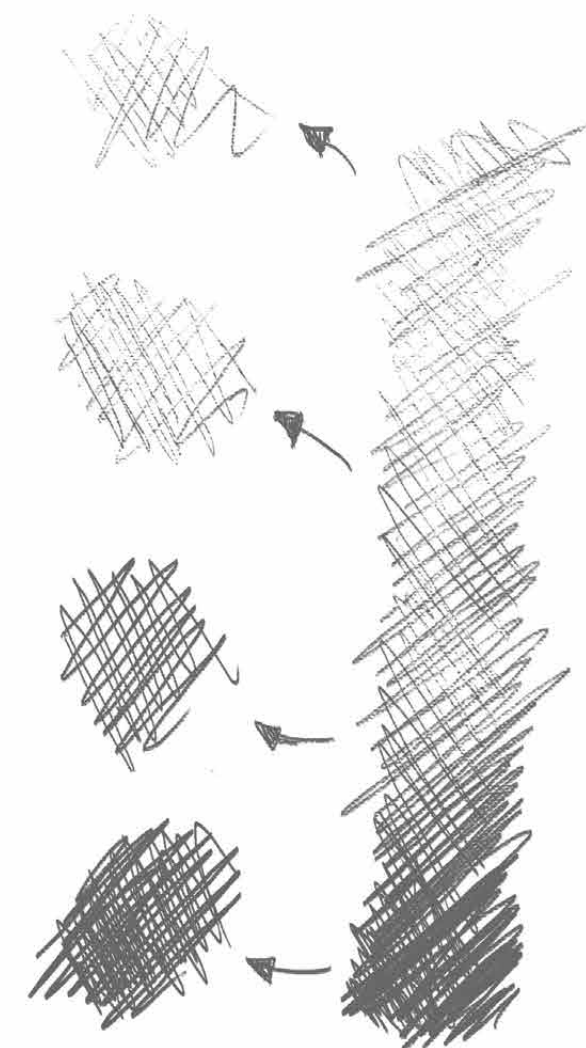
OLHA OS ELEMENTOS
PARA A APLICAÇÃO DA
LUZ E SOMBRA EM UM OBJETO.



OLHA AQUI UM EXEMPLO DA APLICAÇÃO
DE LUZ E SOMBRA EM UM OBJETO.

Observamos ao lado, uma escala formada pela intensidade de *luz e sombra* (tons de preto) produzida pelo tamanho e relação dos traços.

Percebemos que uma quantidade maior e aproximada de traços, produz visualmente a sensação de *sombra*, em relação a uma quantidade menor e distante de traços, produz uma sensação de *luz*.





PRODUZIR O QUE VIER NA CABEÇA

Essa é a última atividade proposta do guia de aprendizagem para você leitor, para que, com base na exemplificação dos *quatro itens da Proposta de Experimentação de Desenho a partir de Formas Geométricas para compor uma Imagem* e utilizando o que praticou e compreendeu dos elementos abordados em cada uma das atividades anteriores apresentadas, indagamos a produzir um desenho com o *que vier na cabeça* utilizando de todos esses elementos.



AGORA É COM VOCÊ!!



REFERÊNCIAS

- ATALAY, Bulent. **A Matemática e a mona Lisa**. A confluência da arte com a ciência. São Paulo: Mercuryo, 2007.
- BEDIM, A. A. P. **O ensino de conceitos geométricos no 2º. Ano do Ensino Fundamental usando a webquest "Viajando nas obras de arte"**. 2011. 172 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Ciências e Tecnologia UNESP - Univ Estadual Paulista, Presidente Prudente.
- CHAVES, Márcia de Nazaré Jares Alves. **Sentimento de semelhança: poéticas visuais de interconexões em arte e matemática**. 2008, 131f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal do Pará – Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática.
- CIRNE, Moacy. **Quadrinhos, sedução e paixão**. Petrópolis: Vozes, 2000.
- CONTADOR, P. R. M. **A Matemática na arte e na vida**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2007.
- DOLCE, Osvaldo. **Fundamentos da matemática elementar 9: geometria plana**. 8ª ed. São Paulo: Atual, 2005.
- DONDIS, Dondis. A. **A Sintaxe da linguagem visual**. 2ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 2003.
- EISNER, W. **Quadrinhos e arte sequencial**. 3ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 1999.
- FREITAS, J. L. M.; BITTAR, M. **Fundamentos e Metodologia de Matemática para os ciclos iniciais do Ensino Fundamental**. Campo Grande: Ed. UFMS, 2004.
- GAIMAN, Neil. **Mr. Punch: a Comédia Trágica Ou a Tragédia Cômica de Mr. Punch**. Ilustrador Dave Makean. São Paulo: Conrad, 2010.
- GOMBRICH, E. H. **A História da Arte**. Tradução Álvaro Cabral. 16ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011.
- JORGE, Sonia. **Desenho Geométrico**. 5ª ed. São Paulo: Saraiva, 2012.
- LIVIO, Mario. **Razão Áurea: a história de Fi, um número surpreendente**. Tradução Marco Shinobu Matsumara. 3ª ed. Rio de Janeiro: Record, 2008.
- MACHADO, A. **Arte e mídia**. Rio de Janeiro: J. Zahar, 2007.
- MAZZUCHELLI, David. **Asterios Polyp**. Tradução Daniel Pellizzari. São Paulo: Companhia das Letras, 2011.
- MONGELLI, Lênia Márcia (Org.). **Trivium e quadrivium: as artes liberais na Idade Média**. Cotia: Íbis, 1999.
- NUNES, Benedito. **Introdução à filosofia da arte**. São Paulo: Ática, 2006.
- PIRES, C. M. C.; CURI, E.; CAMPOS, T. M. M (Coordenadoras). **Espaço e forma: a construção de noções geométricas pelas crianças das quatro séries iniciais do Ensino Fundamental**. São Paulo: PROEM, 2000.
- PROENÇA, Graça. **História da arte**. 17ª ed. São Paulo: Editora Ática, 2008.
- SANTAELLA, L. **Porque as comunicações e as artes estão convergindo?**. São Paulo: Paulus, 2005.
- SILVA, Josie Agatha Parrilha da; NEVES, Marcos Cesar Danhoni. **O Codex Cigoli-Galileu: ciência, arte e religião num enigma copernicano**. Maringá: Eduem, 2015.
- VORDERMAN, C. **Matemática para país e filhos**. 3ª ed. São Paulo: Publifolha, 2013.
- XAVIER, I. **O discurso cinematográfico: a opacidade e a transparência**. São Paulo: Paz e Terra, 2005.
- ZALESKI FILHO, Dirceu. **Matemática e Arte**. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2013.

