DVD e Material Educativo para Professor Propositor

FORMA DENTRO DA FORMA

DVDteca

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Shirlene Vila Arruda - Bibliotecária)

INSTITUTO ARTE NA ESCOLA

Forma dentro da forma / Instituto Arte na Escola ; autoria de Solange Utuari ; coordenação de Mirian Celeste Martins e Gisa Picosque. – São Paulo : Instituto Arte na Escola, 2010.
(DVDteca Arte na Escola – Material educativo para professor-propositor ; 140)

Foco: CT-B-10/2010 Conexões Transdisciplinares
Contém: 1 DVD ; Biografias; Glossário ; Bibliografia
ISBN 978-85-7762-046-3

1. Artes - Estudo e ensino 2. Perspectiva 3. Geometria 4. Artes visuais 5. Arte e ciência 6. Matemática na arte I. Utuari, Solange II. Martins, Mirian Celeste III. Picosque, Gisa IV. Título V. Série

CDD-700.7

Créditos

MATERIAIS EDUCATIVOS DVDTECA ARTE NA ESCOLA

Organização: Instituto Arte na Escola

Coordenação: Mirian Celeste Martins
Gisa Picosque

Projeto gráfico e direção de arte: Oliva Teles Comunicação

MAPA RIZOMÁTICO

Copyright: Instituto Arte na Escola

Concepção: Mirian Celeste Martins
Gisa Picosque

Concepção gráfica: Bia Fioretti

FORMA DENTRO DA FORMA

Copyright: Instituto Arte na Escola

Autor deste material: Solange Utuari

Assessoria em Matemática: Marcelo Lellis

Revisão de textos: Nelson Luis Barbosa

Padronização bibliográfica: Shirlene Vila Arruda

Diagramação e arte final: Jorge Monge

Autorização de imagens: Cesar Millan de Brito

Fotolito, impressão e acabamento: Indusplan Express

Tiragem: 200 exemplares

DVD

FORMA DENTRO DA FORMA

Ficha técnica

Gênero: Documentário.

Palavras-chave: Perspectiva; espaço; ilusões de profundidade; forma; linha; cor; computação gráfica; pintura; instalação; fractal; matemática; geometria; história, códigos de representação.

Foco: Conexões Transdisciplinares

Tema: Décimo programa da série. Apresenta diversas representações do espaço na matemática e na arte.

Personalidades abordadas: Albrecht Dürer, Alhazen, Benoît B. Mandelbrot, Euclides, Filippo Brunelleschi, Jan van Eyck, Leonardo da Vinci, Paul Cézanne, Pitágoras, Regina Silveira, entre outros.

Indicação: A partir do 6ª ano do Ensino Fundamental.

Nº da categoria: CT-B-10

Direção: Sérgio Zeigler.

Realização/Produção: Fundação Padre Anchieta - Centro Paulista de Rádio e TV Educativas, São Paulo. Coprodução: TV Escola.

Ano de produção: 2001.

Duração: 27'.

Coleção/Série: *Arte & matemática.*

Sinopse

O documentário apresenta a história do estudo da perspectiva e da geometria e seus encontros com a arte. O fascínio que essas formas exercem sobre a cultura humana é mostrado por meio de imagens artísticas e formulações matemáticas, entre elas o Tangram, a precisão egípcia nos ângulos retos, a perspectiva geométrica de Brunelleschi e a perspectiva atmosférica

de Van Eyck. Regina Silveira fala de trabalho em que propõe uma perspectiva reinventada, uma nova visão geométrica. Um destaque especial é dado à geometria fractal proposta por Benoît Mandelbrot.

Trama inventiva

Ponto de contato, conexão, enlaçado em *Os olhos da Arte* com um outro território provocando novas zonas de contágio e reflexão. Abertura para atravessar e ultrapassar saberes: olhar transdisciplinar. A arte se põe a dialogar, a fazer contato, a contaminar temáticas, fatos e conteúdos. Nessa intersecção, arte e outros saberes se alimentam mutuamente, ora se complementando, ora se tensionando, ora acrescentando, uns aos outros, novas significações. A arte, ao abordar e abraçar, com imagens visionárias, questões tão diversas como a ecologia, a política, a ciência, a tecnologia, a geometria, a mídia, o inconsciente coletivo, a sexualidade, as relações sociais, a ética, entre tantas outras, permite que na cartografia proposta se desloque o documentário para o território das **Conexões Transdisciplinares.** Que sejam estas então: livres, inúmeras e arriscadas.

O passeio da câmera

O homem, ao construir seu lugar no mundo, buscou padrões, proporções em um universo de formas geométricas que sempre o fascinaram. Este documentário, dividido em dois blocos, oferece, no primeiro deles, uma viagem na história, indicando os conhecimentos construídos a respeito da percepção do espaço, da geometria e suas relações com a arte ao longo dos tempos, apresentando concepções de chineses, egípcios, gregos, romanos, chegando à pintura medieval e ao Renascimento, às demonstrações teóricas das leis da perspectiva por Brunelleschi, entre outros também inovadores artistas preocupados com a espacialidade visual.

No segundo bloco, novos recursos da perspectiva são mos-

trados, reforçando conceitos filosóficos, criando a perspectiva atmosférica ou negando-a. Na contemporaneidade, a artista brasileira Regina Silveira atualiza a perspectiva reinventando a projeção das sombras dos objetos e as anamorfas. A geometria, a partir de Euclides, se desdobrou em várias geometrias, como a da rugosidade, a geometria fractal, criada por Benoît B. Mandelbrot e que tem reverberado na arte.

Entre os territórios da Arte & Cultura, podemos ampliar nosso saber neste material sobre as ***Conexões Transdisciplinares*** e, especialmente, a geometria e a perspectiva em ***Forma-Conteúdo***, entre outros territórios como *Saberes Estéticos e Culturais, Processos de Criação* e *Linguagens Artísticas*. Um material rico que pode nutrir o olhar dos alunos para encontros com obras artísticas e saberes matemáticos.

Os olhos da Arte

forma
reforma
disforma
transforma
conforma
informa
forma

(José Lino Grünewald, 2008)

Formas que se apresentam na natureza, que se transformam com o vento, com as águas. Fractais do universo. O homem sempre se deixou seduzir pelas formas ao seu redor. Formas que se transformam em poética, em ciência, em filosofia. Formas que se transformam no Tangram, jogo milenar chinês: "sete pedaços inteligentes" ou o "quebra-cabeças de sete saberes" que desafia a construção do maior número de desenhos possíveis. Formas a exigir decifrações...

A busca pela harmônica relação entre as formas fez que os antigos egípcios encontrassem meios de definir com precisão as linhas verticais e horizontais. Assim, criaram um esquadro feito de corda que produzia o ângulo reto, capaz de garantir precisão em suas construções ou na divisão de terras. Tempos

Leonardo da Vinci - *A última ceia*, 1495-1497
pintura mural em têmpera e óleo, 460 x 880 cm
Convento de Santa Maria delle Grazie, Milão/Itália

depois, Pitágoras percebeu outras qualidades nos triângulos que formam ângulos retos e inventou o seu famoso teorema. Para ele, há uma ordem oculta na natureza, tudo que existe obedece a leis, padrões que se combinam e se repetem e podem ser percebidos e comprovados pela matemática. Fatos geométricos começam a ser cada vez mais definidos com precisão para revelar a natureza. E, no século III a.C., Euclides cria a geometria lógica euclidiana.

Para a geometria, "três dimensões são suficientes para descrever a forma de qualquer sólido e as localizações dos objetos em relação mútua a qualquer momento dado", afirma Arnheim (1980, p. 214). Mas como representar essas três dimensões?

Compreender a visão como um cone de raios que vai dos objetos aos olhos, que faz que objetos parecem diminuir à medida que se afastam dos olhos, funda a perspectiva. Mas a perspectiva não é um conceito fechado e deve ser compreendida como uma forma simbólica, como diz Panofsky (1999). Na história da representação figurativa, vemos modos muito diversos de apresentá-la e estudá-la. Para Francastel (1987, p. 161): "espaço posicional, espaço topológico, espaço projetivo, e espaço perspectivo, todos eles provocam o acordo de matemáticos e psicólogos no reconhecimento do seu caráter comum e concreto, e todos eles existem, também para o artista."

A perspectiva nas pinturas murais de Pompéia, a perspectiva intuitiva na Idade Média, a perspectiva renascentista, todas se voltam para a combinação de formas no plano: a imagem parece se constituir como camadas dispostas paralelamente aos olhos do observador.

Há uma mudança radical quando os artistas se interessam pela composição voltada aos efeitos de profundidade. Nela há uma tendência de subtrair os planos aos olhos, pois são enfatizadas as relações entre os elementos. As diagonais revolucionam e dramatizam o espaço barroco. Cores e pinceladas constroem a perspectiva atmosférica como podemos ver em Cézanne. Em *A montanha de Santa Vitória*, o volume e a profundidade são

alcançados pelo uso de cores e direção das pinceladas, construindo outras formas de representar uma visão tridimensional da imagem.

Há vários modos de construir a ilusão de profundidade. O mais simples deles é a superposição que indica que algo está na frente ou atrás de alguma outra coisa. Decorrente da superposição, a transparência também produz esse efeito. Mas a ilusão de profundidade pode ser ainda obtida por meio de contraste e variação de tamanho (diminuindo o que está mais distante), pela diminuição de detalhes (menor nitidez para coisas distantes), por meio de paralelas convergentes e movimento diagonal, elevando a posição de cada figura no plano (quanto mais alto, mais distante), usando cores que parecem fazer avançar e retroceder, bem como pela chamada perspectiva atmosférica pela qual se vai perdendo a nitidez em direção ao horizonte, bem ao gosto dos impressionistas. Algumas dessas ilusões estão presentes tanto em obras figurativas como em obras abstratas.

Na arte contemporânea, a liberdade do artista, os novos meios tecnológicos, a cultura visual e a diversidade de linguagens impulsionam novas problematizações sobre a perspectiva, como diz Regina Silveira em entrevista a Angélica de Moraes (1995, p. 96):

> A perspectiva seria a descoberta das aparências do mundo através daquilo que poderia ser uma visão científica da realidade. Desde o momento em que ela foi inventada, porém, já criou sua contraposição, sua situação de hipótese questionável. Ou seja: até que ponto a perspectiva não é também uma construção artificial? Que olhar é esse que equaciona e resolve tudo através de duas coordenadas? A perspectiva é uma convenção tão arbitrária como as outras. (...) A mesma racionalidade que serviu para representar o que seria a realidade e a visão correta também serviu como instrumento para a produção de fantasias e alucinações.

Para além do espaço real percebido, as instalações da artista querem transformar e desmantelar as imagens. No espaço real da instalação, a relação com o espectador é de armadilha e presa, deslocando seu olhar.

Deslocamentos do olhar também são exigidos de outro modo na geometria fractal, uma geometria fracionada, irregular,

quebrada, que estuda as rugosidades das formas na natureza. O estudo da geometria fractal busca compreender sistemas caóticos que apresentem alguma constância na forma de seu crescimento. É a ciência da complexidade e belezas infinitas que estão na natureza e que evidenciam que nuvens não são esferas, montanhas não são cones, continentes não são círculos, o som do latido não é contínuo e nem o raio viaja em linha reta. Os estudos de Mandelbrot e de outros teóricos só puderam ser realizados pelo uso do computador. Assim foi inventada a curva estrelada, chamada floco de neve, que preenche mais espaço que uma curva regular. Quanto mais rugosa é a superfície, maior é sua dimensão.

Na matemática ou na arte, os modos de percepção alimentam as teorias e as produções. Formas que se transformam, pois, como diz o poeta Manoel de Barros (1997):

> O olho vê,
> a lembrança revê,
> e a imaginação transvê.
> É preciso transver o mundo.

O passeio dos olhos do professor

Para iniciar suas anotações em seu diário de bordo, instrumento para o seu pensar pedagógico, sugerimos uma pauta para o seu olhar:

- O documentário faz apontamentos históricos sobre os conhecimentos construídos em relação à geometria. Podemos afirmar que existem geometrias e não uma única geometria? O que essa afirmação lhe sugere?
- No panorama histórico apresentado, qual dos períodos chamou mais a sua atenção? Por quê?
- A percepção da espacialidade parece nascer de problematizações sobre o que se vê?
- Dos conceitos apresentados pelo documentário, quais você já conhecia? Quais ainda não?

- Quanto aos alunos, o que você imagina que a exibição provocaria neles? Atração ou estranhamento?
- O documentário lhe fez perguntas? Provoca você a pesquisar mais sobre a temática?

Suas anotações sobre essas e outras questões podem ajudá-lo, professor, a pensar na potencialidade do documentário com os seus alunos e a escolher e transformar alguns dos percursos indicados neste material.

Percursos com desafios estéticos

O passeio dos olhos dos alunos

Algumas possibilidades:

- *Forma dentro da forma*: esse é o título do documentário. O que os alunos imaginam que verão em um documentário que tem esse título? Depois dessa pergunta inicial e de esperar que os alunos anotem suas hipóteses, você poderá exibir o documentário inteiro solicitando que registrem no papel tudo o que chama a atenção deles. O que percebem de suas hipóteses iniciais? Um mapa com todas as ideias anotadas pode ser composto no quadro e dele poderão sair muitas outras para a construção de um projeto que envolva arte, matemática e a espacialidade.
- Seus alunos sabem o que é um ângulo reto, o que são horizontais e verticais? Se esses conceitos já fazem parte do repertório deles, você poderá problematizá-los: que instrumento eles criariam para construir uma parede que ficasse em pé em perfeito ângulo reto com o chão? Depois de tempo para pensar nesse desafio e da socialização das hipóteses dos alunos, podemos projetar o trecho do documentário que fala sobre a invenção dos egípcios para as suas construções. O que a conversa sobre esse trecho gera de interesse nos alunos?

- Uma curadoria educativa pode ser preparada por você com obras que incluam pinturas medievais, obras renascentistas, barrocas, impressionistas, cubistas, abstratas geométricas e líricas, e obras contemporâneas como a de Regina Silveira (consulte documentário sobre essa artista na DVDteca Arte na Escola). Diante da apresentação dessas obras sem nenhuma explicação prévia, que agrupamentos os alunos podem fazer? Agruparão as imagens seguindo a linha do tempo? Perceberão o modo como a espacialidade é representada agrupando por critérios que levam em conta esse foco? Depois da análise dos agrupamentos e da conversa gerada, você poderá exibir o documentário a partir do trecho que apresenta uma pintura medieval como modo de motivar os alunos a entrarem em contato com a questão da geometria e da perspectiva.

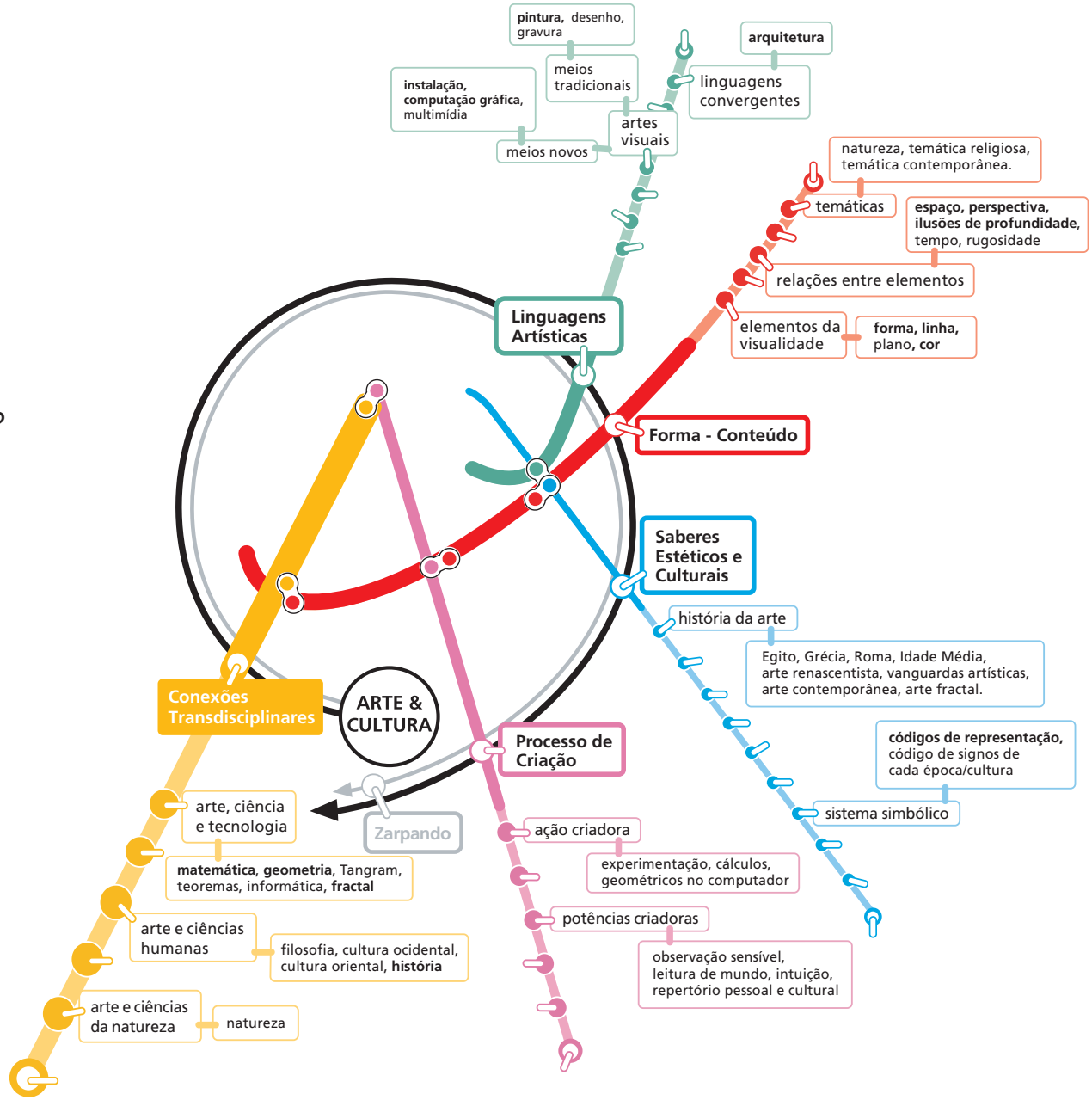
Ampliando o olhar

- Formas que se transformam são pontos importantes na produção da artista contemporânea Regina Silveira, entrevistada neste documentário. Uma proposta a ser desenvolvida com os alunos é brincar com a distorção de formas a partir do jogo de luz e sombra. Sobre um retroprojetor os alunos podem colocar seus objetos preferidos (brincos, canetas, chaveiros, sapato, boné etc.). Movendo o retroprojetor, as sombras se deformam. Para transformar essa experiência em projeto de arte os alunos podem colar com fita adesiva papéis pretos (se a sombra projetada for grande será necessário colar várias folhas) na parede e com um giz branco contornar a forma deformada do objeto recortando-a depois. No segundo momento, com todas as imagens dos objetos da turma, podemos pensar em criar uma instalação escolhendo uma parede de destaque na escola.
- Criar formas com a arte chinesa do Tangram, começando pelo corte do quadrado em sete partes, como mostra a figura que segue. Quantas formas os alunos podem criar com elas? Você pode inventar desafios para a construção. No site do

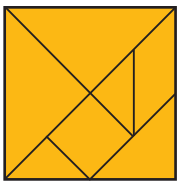
Mapa potencial

FORMA DENTRO DA FORMA

- qual **FOCO**?
- qual **CONTEÚDO**?
- o que **PESQUISAR**?



programa da série você encontra um espaço de interação em que o jogo pode ser feito no computador.



- No início do século XX, vários artistas no mundo e no Brasil se preocupavam em estabelecer não uma representação presa à realidade, mas uma produção artística a partir da plasticidade dos elementos de linguagem como forma, ponto e plano. Surge assim o abstracionismo. No prefácio do livro *Ponto e linha sobre plano* (Kandinsky, 2001) lê-se:

> Ponto-Linha-Plano é dedicado à análise de dois elementos fundamentais da forma: o ponto, elemento a partir do qual decorrem todas as outras formas, e a linha. O método aqui proposto consiste no estudo desses dois elementos primeiro em abstrato, sem suporte material, depois em relação com uma superfície material, ou seja, com o plano.

Para Kandinsky, "não são as formas exteriores as que materializam o conteúdo de uma obra artística, mas sim as forças vivas inerentes à forma, ou seja, as tensões. (...) O conteúdo de uma obra encontra a sua expressão na composição, isto é, na soma interior organizada das tensões necessárias em casa caso". A produção de desenhos, pinturas apenas com pontos e linhas expressando-se por elas abstratamente pode impulsionar a apreciação da espacialidade também presente em obras abstratas.

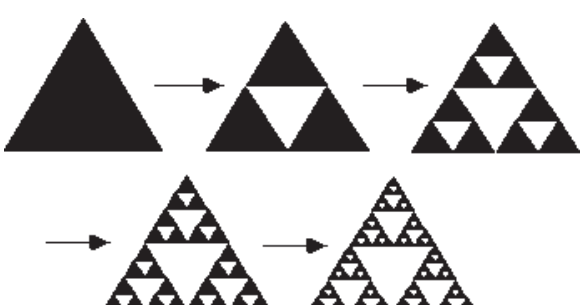
- A construção a partir das formas dos sólidos geométricos de caixas de vários tamanhos, interferindo com ampliações, diminuições, transformações, com pinturas ou colagens, pode gerar uma composição coletiva no espaço aberto na escola como o pátio, por exemplo. Assim, as interferências no espaço da escola transformam-na em espaço também da arte.

A compreensão da perspectiva pode ser ampliada colocando-se papel vegetal sobre fotografias ou obras figurativas para encon-

trar-se o ponto de fuga e a linha de horizonte. A representação de figuras tridimensionais justifica a inclusão da perspectiva na aula de Matemática. Interpretar a representação contribui para o estudo da geometria, como se pode ver no artigo de Marcelo Lellis - *Desenho em perspectiva no ensino fundamental – considerações sobre uma experiência*, disponível em: <http://nilsonmachado.net/sema20090602.pdf>. Poderíamos também trabalhar com um site em inglês (envolvendo o professor dessa língua) que ensina as bases do desenho em perspectiva, disponível em: <http://www.olejarz.com/arted/perspective>. O que os alunos descobrem sobre a perspectiva?

Conhecendo pela pesquisa

- Novas tecnologias com o desenvolvimento dos computadores e novas teorias nas áreas da física, da biologia, da astronomia e da matemática apoiaram estudos como o do pesquisador Benoît Mandelbrot que, em 1975, com base na observação da natureza, percebeu que há padronagens mesmo em sistemas caóticos e complexos. Com seus conhecimentos em informática, ele desenvolveu imagens a partir de equações matemáticas. Desenhar o floco de neve, base do fractal, é uma operação interessante. Rever o trecho do documentário que apresenta esse pesquisador facilita a compreensão das divisões sucessivas de um triângulo equilátero e da potencialidade da repetição dessa forma para a construção de uma curva estrelar.
- Um fractal simples pode ser construído: o Triângulo de Sierpinsky.



O processo de recorte do triângulo pode continuar até o infinito, mas, evidentemente, paramos em algum nível, senão não poderíamos nem vê-lo. Novas pesquisas podem ser feitas sobre a geometria fractal. O importante é que os fractais servem como modelos de "coisas" complicadas da natureza. Por exemplo, um litoral cheio de curvas, baías, enseadas e ilhas. O modelo de um litoral pode ser um fractal adequado. O fractal não é um objeto da geometria euclidiana, e exige o estudo de formas interativas, construídas com infinitos passos. O site disponível em: <http://projetos.unioeste.br/cursos/cascavel/matematica/xxiisam/artigos/13.pdf> pode ajudar nessa pesquisa.

- Da geometria fractal criou-se uma nova manifestação artística: a arte fractal, disponível em: <http://www.insite.com.br/fractarte/galeria2/galeria.php>. Se houver possibilidade, leve os alunos para a sala de Informática. Caso a escola não possua esse recurso, você poderá fazer uma seleção de imagens e apresentá-la aos alunos. Quais relações os alunos estabelecem entre o que veem na natureza e na arte por computadores? O que sabem sobre os fractais? O que gostariam de conhecer mais? Qual a diferencia entre a geometria dos fractais de Mandelbrot e a geometria lógica de Euclides?
- Artistas no Renascimento criaram instrumentos como o perspectógrafo. Albrecht Dürer demonstrou o uso desse instrumento em suas gravuras. É possível desenhar a paisagem, como Dürer, no vidro de uma janela? Por que era preciso mirar com um olho só? Os alunos podem descobrir que o "olho de uma máquina fotográfica" não olha o mesmo que nós, com dois olhos. A nossa visão é estereoscópica, tridimensional. É fruto da interpretação pelo cérebro das duas imagens bidimensionais que cada olho capta a partir de seu ponto de vista. Além de imagens, a musculatura responsável pelos movimentos dos globos oculares leva ao cérebro informações sobre o grau de convergência ou divergência dos eixos visuais, o que permite aferir a distância. A fotografia

e as imagens em 3-D popularizaram esse fenômeno, mas a parte mais difícil é a observação dessas imagens de modo que cada olho veja apenas a imagem que lhe é destinada e não veja a outra, para que o efeito de tridimensionalidade seja visível na imagem bidimensional.

- A geometria investiga as formas e suas dimensões, determinando suas propriedades, seus elementos e suas transformações. Para Euclides, a geometria era uma ciência dedutiva que operava a partir de certas hipóteses básicas, *os axiomas*. Como se podem construir retas paralelas? Elas estão em um mesmo plano e não possuem nenhum ponto em comum, e são escritas matematicamente, por exemplo: a//b, indicando que as retas "a" e "b" são paralelas. De um ponto localizado fora de uma reta dada, só pode ser traçada apenas uma reta paralela. Com esquadros ou com régua e compasso se pode construí-las. Veja exemplo disponível em: <http://www.dm.ufscar.br/~caetano/SiteDG/ICSilvia/RetaParalela.htm>.

Desvelando a poética pessoal

Propor processos de criação é desafio tanto para os alunos como para nós, professores. Como provocá-los para que mergulhem em explorações poéticas pessoais?

Uma das propostas a serem apresentadas e discutidas com os alunos é retomar os diferentes modos de construção da ilusão de profundidade, expostas em *Os olhos da Arte*, e propor que eles as experimentem criando uma série de trabalhos e não uma única produção. É em uma série que as ideias poéticas começam a ser desveladas, como podemos ver nas fases em que mergulham os artistas em suas pesquisas.

Amarrações de sentidos: portfólio

Dar sentido ao que se estudou é fundamental para que os alunos se apropriem de suas descobertas. E para que as pesquisas e produções dos alunos construam experiências de aprendizagens

significativas, é preciso haver registro dos percursos. A proposta é produzir um portfólio que conte a história do projeto. A intenção não é propor uma pasta que simplesmente guarde os trabalhos, mas registrar e organizar as etapas de modo expressivo, com a marca pessoal do aluno. Lembrando que o foco da proposta são as *Conexões Transdisciplinares* na relação entre arte e matemática e como exploramos as formas geométricas nas linguagens visuais, podemos pensar em um portfólio construindo a partir dessas formas. Imagens, textos de pesquisa, reflexões, trabalhos realizados e esboços devem parte da visualidade desse material de registro.

Valorizando a processualidade

A percepção da espacialidade foi ampliada? Foram aguçados os desejos de conhecer mais sobre os assuntos provocados pelo documentário, além de outros? A conversa a partir dos portfólios e de questões que promovam a reflexão sobre o vivido, assim como a análise de todas as ações propostas – a pesquisa, o fazer artístico, a apreciação, o pensar e discutir arte – e as respostas dos alunos às elas, juntamente com o seu diário de bordo, permitem avaliar todo o processo. É o momento de perceber e anotar as suas descobertas, achados pedagógicos e faltas, e tomar consciência das novas ideias e possibilidades despertadas a partir dessa experiência.

Personalidades abordadas

Albrecht Dürer (Alemanha, 1471 - 1528) – Gravador, pintor, aquarelista e ilustrador. Misturando em sua arte tradições nórdicas e meridionais, sua arte é influenciada pela pintura veneziana. Suas xilogravuras ultrapassam o uso popular na Alemanha renascentista. Seus estudos sobre perspectiva marcaram história com seus instrumentos de olhar que foram usados por muitos artistas (perspectógrafo). Inteligente e culto, relacionava-se com humanistas e eruditos. O Imperador Maximiliano I o nomeou pintor da corte em 1512. Nos últimos anos da sua vida, em Nuremberg, trabalhou em tratados teóricos que abrangiam muitos campos: matemática, geografia, arquitetura e geometria.

Alhazen (Basra, atual Iraque, 965 - 1039) – Matemático e astrônomo. Entre seus inúmeros trabalhos, ficou conhecido pelo *Opticae thesaurus* (*Tesouro da*

ópica), publicado apenas em 1572. Suas pesquisas alcançaram os saberes em matemática, geometria, ciência óptica, no estudo de refração, reflexão, visão binocular, lentes, foco, espelhos parabólicos e esféricos. Em astronomia, proferiu que as estrelas tinham luz própria e não refletiam a luz do sol, como imaginavam os gregos. Em anatomia, foi um dos primeiros cientistas a descrever em detalhes as diversas partes do olho humano.

Benoît B. Mandelbrot (Polônia, 1924) – Matemático, em 1977 apresentou o conceito de geometria fractal, propondo soluções complexas para questões em que a geometria euclidiana não era capaz de dominar.

Euclides de Alexandria (Grécia, 360 a.C. - 295 a.C.) – Matemático, escritor e professor. Seguidor das ideias de Platão, desenvolveu estudos sobre a matemática e a geometria com base na dedução. É conhecido por sua ideias sobre o espaço imutável, simétrico e geométrico. A geometria que leva seu nome foi considerada como verdade até o Renascimento. Sua obra foi registrada em 13 livros.

Filippo Brunelleschi (Itália, 1377 - 1446) – Escultor e arquiteto, marcou história com seus estudos sobre perspectiva. Buscou analisar a arquitetura das cidades da Roma Antiga para criar novas soluções em seu tempo, o Renascimento. Conseguiu soluções fundamentais para os problemas da construção renascentista que inspiram arquitetos e artistas até os nossos dias. Sua obra mais conhecida é a projeção da cúpula da Catedral de Santa Maria del Fiori (Santa Maria das Flores), em Florença.

Jan van Eyck (Bélgica, c.1390-1441) – Pintor. Fundador da escola realista flamenga, aperfeiçoou a técnica da pintura a óleo. A obra *O casal Arnolfini* é um ícone da história da arte. Ao fundo, em cima do pequeno espelho, lê-se em elaborada caligrafia gótica, em latim: "Jan van Eyck esteve aqui em 1434".

Leonardo da Vinci (Itália, 1452 - França, 1519) – Cientista, matemático, artista, pintor, escultor, arquiteto, engenheiro, botânico, anatomista, poeta, músico, inventor. Nasceu em meio a mudanças no pensamento intelectual e científico da Itália que renascia para uma nova concepção de homem. Ser curioso, explorou além do seu talento artístico o universo do conhecimento nas ciências exatas, biológicas e humanísticas. Experimentou como poucos o campo das conexões transdisciplinares.

Paolo Uccello (Itália, 1397 - 1475) – Pintor renascentista. Destacou-se pela maestria nas pinturas em perspectiva e impressão de relevo que dava à pintura, usando o claro-escuro. Com mente analítica e precisa, tentou aplicar o método científico para a representação de objetos em um espaço tridimensional.

Paul Cézanne (França, 1839 - 1906) Pintor pós-impressionista que marcou a passagem entre o século XIX e as inovações do século XX. Criou em suas composições vários planos e efeitos de profundidade por meio de pinceladas e jogo de formas e cores, sem o uso tradicional da perspectiva.

Sua arte influenciou muitos artistas das gerações seguintes e é considerado precursor do cubismo.

Pitágoras de Samos (Grécia, c.570 a.C. - c.496 a.C.) – Filósofo, matemático, músico. Sustentava que o cosmos é regido por relações matemáticas. Na música, deixou experimentos que influenciaram a música ocidental, como a Escala Pitagórica; na geometria, o Teorema de Pitágoras; na astronomia, estudos sobre a ordem no universo a partir da observação das estrelas, rotação da Terra e ciclo das estações do ano. Foi fundador da Escola Pitagórica, que tem por essência o princípio de que todas as coisas são compostas por números, configuradas em relações matemáticas combinadas que demonstram harmonias, essências, belezas.

Regina Silveira (Porto Alegre/RS, 1939) – Pintora, desenhista, gravadora, professora, tem inovado com instalações e interferências urbana. A relação com a luz é uma marca forte em seu trabalho. É reconhecida internacionalmente.

Glossário

Geometria fractal – O conjunto do matemático de Mandelbrot abriu portas para uma geometria fracionada, quebrada, própria de elementos da natureza como o vírus da Poli, as margens do litoral, as nuvens, cascas de árvores, entre outros elementos. Na informática, uma sequência de procedimentos de desenhos de formas calculadas por equações matemáticas que se repetem infinitamente gera uma imagem de um fractal. Fonte: MICHEL, Janos. *Geometria fractal*. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2008.

Instalação – Termo incorporado ao vocabulário das artes visuais na década de 1960, designando ambientes construídos com o auxílio de materiais variados, em que se dá a relação entre objetos e o ponto de vista e o corpo do observador. Para a apreensão da obra é preciso percorrê-la, passar entre suas dobras e aberturas, ou, simplesmente, caminhar pelas veredas e trilhas que ela constrói por meio da disposição das peças, cores e objetos. Fonte: MARCONDES, Luiz Fernando. *Dicionário de termos artísticos*. Rio de Janeiro: Pinakotheke, 1998.

Perspectiva – É a projeção em uma superfície bidimensional de um determinado fenômeno tridimensional. Manifesta-se especialmente na percepção visual do ser humano, que faz com que o indivíduo perceba, por exemplo, duas linhas paralelas como retas concorrentes. Deve ser compreendida como uma das formas simbólicas na qual se interligam significados e signos concretos. Fonte: PANOFSKY, Erwin. *A perspectiva como forma simbólica*. Lisboa: Edições 70, 1999.

Perspectiva atmosférica – Técnica em perspectiva que articula variações entre luz e cor de forma a criar uma sensação de profundidade. Os elementos que se encontram mais próximos do observador são pintados com grande

nitidez, com cores luminosas e com texturas mais espessas, e à medida que os elementos da composição se afastam, tornam-se pouco definidos. Para isso o artista usa tons mais claros e apagados. Essa proposta técnica surge no Renascimento, mas é empregada até os nossos dias. Fonte: GOMBRICH, Ernst H. *A história da arte*. Rio de Janeiro: LTC, 1999.

Bibliografia

ARGAN, Giulio Carlo. *Arte moderna*: do iluminismo aos movimentos contemporâneos. São Paulo: Companhia das Letras, 1992.

ARNHEIM, Rudolf. *Arte e percepção visual:* uma psicologia da visão criadora. São Paulo: Pioneira: Edusp, 1980.

BARROS, Manoel de. *Livro sobre nada*. 3.ed. Rio de Janeiro: Record, 1997.

COSTA, Cacilda Teixeira da. *Arte no Brasil 1950-2000*: movimentos e meios. São Paulo: Alameda, 2004.

DEMPSEY, Amy. *Estilos, escolas e movimentos*: guia enciclopédico da arte moderna. Trad. Carlos Eugênio Marcondes de Moura. São Paulo: Cosac & Naify, 2003.

FRANCASTEL, Pierre. *Imagem, visão e imaginação*. São Paulo: Martins Fontes, 1987.

GARCIA, Antônio Carlos de Almeida; CASTILHO, João Carlos Amarante. *Matemática sem mistérios*: geometria plana e espacial. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2006.

GOMBRICH, Ernst H. *A história da arte*. Rio de Janeiro: LTC, 1999.

GRÜNEWALD, José Lino. *Escreviver*. São Paulo: Perspectiva, 2008.

KANDINSKY, Wassily. *Ponto e linha sobre plano*: contribuição à analise dos elementos da pintura. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

LELLIS, Marcelo. *Desenho em perspectiva no ensino fundamental* – considerações sobre uma experiência. Universidade de São Paulo – Faculdade de Educação – Programa de Pós-Graduação - Seminários de Ensino de Matemática (SEMA), 2009. Disponível em: <http://nilsonmachado.net/sema20090602.pdf>.

MARCONDES, Luiz Fernando. *Dicionário de termos artísticos*. Rio de Janeiro: Pinakotheke, 1998.

MICHEL, Janos. *Geometria fractal*. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2008.

MORAES, Angélica de (Org.). *Regina Silveira*: cartografias da sombra. São Paulo: Edusp, 1995.

PANOFSKY, Erwin. *A perspectiva como forma simbólica*. Lisboa: Edições 70, 1999.

VALIM, João César Maciel; COLUCCI, Viviane. *Geometria fractal no Ensino Fundamental e Médio*. Universidade Estadual do Oeste do Paraná - XXII Semana Acadêmica da Matemática Disponível em: <http://projetos.unioeste.br/cursos/cascavel/matematica/xxiisam/artigos/13.pdf>.

Webgrafia

os sites a seguir foram acessados em 20 jun. 2009.

ARTE contemporânea. Disponível em: <http://www.canalcontemporaneo.art.br/_v3/site/index.php>.

ARTE & matemática: 13 programas da série (pesquisas, conceitos e entrevistas). Disponível em: <http://www2.tvcultura.com.br/artematematica/programas.html>.

ARTE e tecnologia no Brasil. Disponível em: http://www.cibercultura.org.br/tikiwiki/tiki-index.php>.

ATELIER Cézanne. Disponível em: < http://www.atelier-cezanne.com>.

CAOS e geometria fractal. Disponível em: <http://www.educ.fc.ul.pt/icm/icm2000/icm24>.

DRAWING in One-Point Perspectiva. Disponível em: < http://www.olejarz.com/arted/perspective>.

ENCICLOPÉDIA Itaú Cultural de artes visuais. Disponível em: <http://www.itaucultural.org.br/enciclopedia>.

FRACTAIS - artigos. Disponível em: <http://www.insite.com.br/fractarte/artigos.php>.

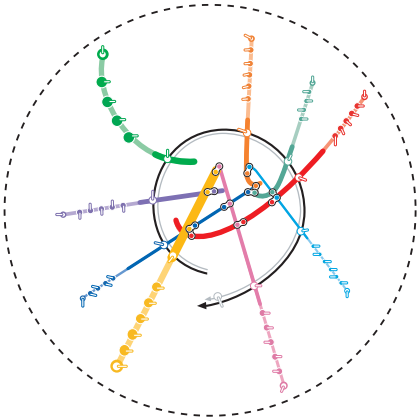
HISTÓRIA da geometria. Disponível em: <http://www.somatematica.com.br/geometria.php>.

MUSEU Virtual de Arte Brasileira. Disponível em: <http://www.museuvirtual.com.br>.

REGINA Silveira. Disponível em: <http://reginasilveira.uol.com.br>.

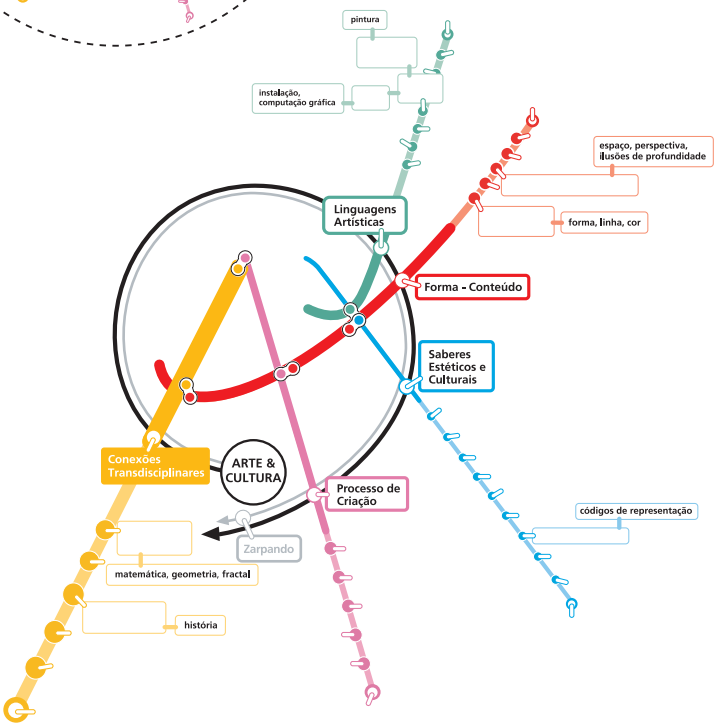
Filmografia

REGINA Silveira: linguagens visuais. Dir. Cacá Vicalvi. São Paulo: Rede Sesc-Senac de Televisão, 2001. 1 DVD (23 min.). (O mundo da arte). Acompanha material educativo para professor-propositor. DVDteca Arte na Escola.



Mapa potencial

FORMA DENTRO DA FORMA



Patrocínio

Instituto Hedging-Griffo

Lei de Incentivo à Cultura – Ministério da Cultura

Brasil – um país de todos – Governo Federal

Fundação Iochpe

Organização

Arte na Escola

www.artenaescola.org.br