

C I Ê N C I A A B E R T A

Teias Matemáticas

Frentes na Ciência e na Sociedade

M. PAULA SERRA DE OLIVEIRA

Coordenadora

gradiva • Imprensa da Universidade de Coimbra

(Página deixada propositadamente em branco)

MARIA PAULA SERRA DE OLIVEIRA

Coordenadora

TEIAS MATEMÁTICAS

Frentes na Ciência e na Sociedade



gradiva



Imprensa da Universidade de Coimbra

© *Gradiva – Publicações, L.^{da} / Imprensa da Universidade de Coimbra, 2004*
Coordenação editorial: *Maria Paula Serra de Oliveira*

Tradução: *Artur Soares Alves*

Carlota Isabel Leitão Pires Simões

Francisco José Craveiro de Carvalho

João Filipe Cortez Rodrigues Queiró

José Miguel Dordio Martinho de Almeida Urbano

Lia Sandra dos Santos

Mário da Silva Rosa

Paulo Eduardo Aragão Aleixo Neves de Oliveira

Revisão do texto: *Isabel Pedrome*

Capa: *António Barros* [Imprensa da Universidade, Coimbra], com imagem de *E. M. de Melo e Castro*, “Fract 010 explod MC”, Dezembro de 2003

[Fractal original gerado no Fractint com tratamento no Photoshop 7.0]

Infografia: *Estúdios Estimulus* [design]

Paginação: *António Resende e Victor Hugo Fernandes*

Impressão e acabamento: *G.C. – Gráfica de Coimbra, L.^{da}*

Reservados os direitos para Portugal por:

Gradiva – Publicações, L.^{da} e Imprensa da Universidade de Coimbra

Gradiva – Publicações, L.^{da}

Rua Almeida e Sousa, 21, r/c, esq. • 1399-041 Lisboa

Telefs. 21 397 40 67/8 • 21 397 13 57 • 21 395 34 70

Fax 21 395 34 71 • Email: gradiva@ip.pt

URL: <http://www.gradiva.pt>

Imprensa da Universidade de Coimbra

Rua Antero de Quental, 195 • 3000-033 Coimbra

Telefs. 351 239 85 31 10

Fax 351 239 85 31 19 • e-mail: fjrpress@ci.uc.pt

URL: <http://www.imp.uc.pt>

ISBN: 972-662-970-5

1.^a edição: Maio de 2004

Depósito legal n.º 210431/04

OBRA PUBLICADA COM O PATROCÍNIO DE:
CENTRO DE MATEMÁTICA DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA

FCT Fundação para a Ciência e a Tecnologia

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E DO ENSINO SUPERIOR

Portugal

A arte e a ciência no século XX

Dirijo-me aos géometras, cuja fecunda imaginação leva à construção de muitas geometrias. Qual delas escolher? Os físicos são talvez aqueles que mais depressa e melhor juntam os dados da experiência à matemática. Para os físicos, não basta que se fale em n dimensões. Os físicos querem saber como é que, concretamente, as medidas são efectuadas. E os artistas querem saber como é que elas são *sentidas*.

A arte do desenho e suas derivadas, como a pintura e a escultura, precisa também de adoptar uma geometria para ser coerente no seu modo de *comunicação*, visual ou táctil. O artista descobre as geometrias na sua necessidade de *expressão*.

Evocarei a expressividade mais imediata, nas formas mais elementares, para ser mais claro. Essas formas servem porém as construções mais complexas do espírito, assim como os registos dos impulsos vitais.

As palavras «deformação» e «informal» são frequentes no actual estado efémero da crítica de arte. Vamos também utilizá-las, embora saibamos que a arte procura a boa forma. Esteticamente incorrectas, o uso frequente das palavras «deformação» e «informal» revelam que estamos a passar de uns critérios formais a outros: novos critérios que se definirão claramente quando houver melhor encontro entre géometras, físicos e artistas. O que é desejável e, felizmente, possível.

A arte e a ciência dos nossos dias têm algumas origens comuns. São ambas filhas da experiência e do livre pensamento. Porém, a arte e a ciência são frequentemente referidas, mesmo pelos seus praticantes,

como actividades absolutamente distintas. E a sociedade actual, que se desenvolve através da especialização dos seus componentes, deixa cavar o fosso existente entre artistas e cientistas, colocando-os em funções sociais que tendem, cada uma delas, a menorizar as contribuições das outras.

Mas se, por um momento, considerarmos as contribuições admiráveis quer da arte, quer da ciência, poderemos reparar que *ambas* (cada uma a seu modo, e às vezes, sem o saberem, de modo análogo) ajudam a modificar a consciência humana, através do simples exercício da liberdade de pensamento e da difusão da experiência.

Algumas pessoas pensarão que é utópico propor a conjugação da arte e da ciência. Para um crítico de arte é, concretamente, um projecto viável.

Hoje vou limitar-me a apresentar algumas situações análogas na visão que o cientista e o artista têm do mundo enquanto agentes livres.

Desde logo, chamo a atenção para a diferença entre os *modelos* paradigmáticos da pintura no século XIX e no século XX, sendo o primeiro estático e o outro fluido. Um separava o espaço do tempo; o actual não separa. Isto significa que as artes do desenho passaram a introduzir o tempo nas suas sugestões de espaço. Assim, o século XIX adoptou Ingres como modelo, enquanto o século XX encontrou em Paul Klee um dos seus artistas-teóricos mais fecundos, cuja arte rivaliza com a *música*, a arte do tempo interior. O próprio Paul Klee declarou:

«Diz-se que Ingres introduziu a ordem no repouso. Eu gostaria de introduzir, para além do *pathos*, a ordem no movimento.»



Ingres, La grande Baigneuse



Paul Klee, Croissance, 1921

O estetólogo Henri Focillon, que, como filósofo e historiador da arte, poderia satisfazer-se com a lógica dos conceitos e com a contemplação dos objectos artísticos, faz o elogio da mão, mostrando que ela não é apenas a serva obediente do cérebro, mas, sim, uma colaboradora arrojada na investigação da ordem universal, elaborando dados da observação e da expressão, que não existiriam sem ela. Henri Focillon escreveu no seu mais famoso livro, intitulado *A vida das formas*:

«Sem as mãos nunca teria havido geometria, pois são necessários traços e círculos para especular sobre as propriedades da extensão. Antes de poder reconhecer pirâmides, cones, espirais nos cristais e nas conchas, foi ou não necessário que as formas regulares tivessem sido previamente «simuladas» pelos homens, no ar ou sobre a areia?»

Qualquer quadro de Paul Klee é feito de uma maneira voluntariamente elementar, para que nós possamos adivinhar a sua feitura e, nessa contemplação activa, partilhar a génese da visão encantatória do artista. No século XX, Klee e muitos outros artistas não mostram o mundo feito, mas em devir.

Mas, já no final do século XX, a mão e o cérebro pediram auxílio às máquinas para compreender as formas. E alguns bailarinos dançaram com *robots*.

Porém, nem sempre é em dias de paz que as conquistas da arte e da ciência chegam ao grande público.

A técnica, bruscamente desenvolvida durante a Segunda Guerra Mundial, acelerou o tempo exterior. Atingiu-se então uma situação de ruptura entre o mundo mecanizado e a natureza. Passou-se a exigir dos homens um esforço excessivo de adaptação. Tornou-se necessário encontrar revigorantes modos de compensação e de auto-identificação. Verificou-se então, no domínio pictórico, uma intensificação da arte imediata, manifestação do «tempo interior», como o gestualismo de Hartung e outros abstraccionismos que recusam as formas da geometria euclidiana que, entretanto, predominava na técnica. O que até então parecia surgir unicamente da experiência individual de um Miró, de um Henry Moore ou de um Hans Hartung, passou a constituir a urgência expressiva colectiva. Hartung, escreveu:

«Quanto mais longe entrarmos em nós mesmos, mais clara e mais imperativa será a imagem que podemos dar das nossas sedimentações interiores, e também mais *universal* será a nossa expressão.»



H. Hartung, Composition

O gestualismo e outras tendências abstractas que rejeitam as formas da geometria euclidiana desenvolveram-se por toda a parte, na Europa de Hartung, na América de Pollock, no Japão de Inoue, etc. O caso japonês é particularmente interessante, porque esta vanguarda reactivou anti-quíssimas tradições da arte da caligrafia.

Estes informalismos constituíram, de facto e imprevisivelmente, o primeiro movimento vanguardista *planetário*, sucedendo às intenções universalistas dos abstraccionismos geométrico-euclidianos. Os «informalisms» puderam então corresponder aos expressionismos iniciados por Van Gogh e outros no final do século XIX, época essa em que também se sentiu com extrema agudeza, tal como agora, o mal e o bem da aceleração técnica e industrial; os «informalisms» puderam também corresponder à tábua rasa *dada* e às premonições surrealistas. Os «informalisms», que radicalizaram práticas abstraccionistas e engendraram novos figurativismos, com Dubuffet, tiveram inicialmente importância como *protesto* (era o NÃO que era audível ruidosamente); mas, activando as capacidades formativas instintivas, os «informalisms» despertaram intuições de geometrias não-euclidianas (era um SIM que se balbuciava).

Comparemos uma pintura euclidiana de Herbin com uma informalista de Jean Dubuffet.



Herbin



Dubuffet

Na passagem de Herbin para Dubuffet, reparamos que a pintura foi deixando de ser um plano onde se projectam formas concebidas previamente, para se afirmar como superfície sensível, texturada, lugar da acção táctil das mãos ou do corpo inteiro. Enquanto os abstracto-geométricos (euclidianos) permaneceram essencialmente relacionados com o exclusivamente *visual*, os não-euclidianos passaram a relacionar-se com o *palpável*; uns procuravam a *harmonia*, outros manifestavam a *vitalidade*.

Geralmente, os euclidianos herdaram do Renascimento a noção de forma fechada concebida num espaço estático puramente visual. Mas no século XX, desde o cubismo, esse espaço estático e monocular foi substituído pela *imagem de ritmo*, pela plurifocalidade e pela polissensorialidade.

No caso de Vasarely, as formas euclidianas, em si mesmas estáticas, são associadas de um modo regrado que intensifica a interacção das cores e das formas, transmutando-as em *energia* e movimentando virtualmente os volumes sugeridos.



Vasarely

Do lado dos informalistas, também o informalismo matérico de Dubuffet é estático. Mas o informalismo torna-se dinâmico no gestualismo de Georges Mathieu. E neste gestualista pode reparar-se na semelhança grafológica entre as pinceladas das suas pinturas e a rápida rubrica fortemente personalizada do próprio artista. Uma ordenação exclusivamente baseada no tempo, e, neste caso, no tempo interior, manifestado através dos gestos espontâneos, substituiu a ordenação exclusivamente visual dos euclidianos, tanto a ordenação estática como a ordenação dinâmica.

De certo modo, a nível teórico, esta distinção entre euclidianos e informalistas seguiu a tradicional oposição da forma e da cor, do contorno e da mancha livre, do intelecto e do sensorial.

Uma forte sugestão de elasticidade constitui a expressividade e o sentido de ordenação a partir da cor e do traço impulsivo de Van Gogh e de Matisse. Repare-se nas modificações formais de Van Gogh exigidas pelos acertos das áreas de cor. Nestes acertos de Van Gogh, como nos de Cézanne, pode começar a detectar-se uma «geometria da cor». Paul Cézanne estava consciente desta nova apreensão das formas e do espaço quando disse a Emile Bernard: «Ao mesmo tempo que se pinta, desenha-se. Quanto mais harmónica se torna a cor, mais nítido é o desenho. Quando a cor atinge a sua riqueza máxima, a forma atinge a máxima plenitude. No contraste e harmonia dos tons reside o segredo do desenho e daquilo que é modelado» (*Souvenirs sur Paul Cézanne*, Cartas e entrevistas, Paris, 1912).

É claro que os contemporâneos de Van Gogh e de Cézanne achavam que eles não sabiam desenhar, que eram desajeitados. Na realidade, eles estavam a adivinhar uma nova maneira de compreender as formas espaciais e simultaneamente inventavam um tipo mais alargado de registo, profundamente expressivo tanto dos dados emocionais como intelectuais. Esse tipo de registo tende a transformar a arte do desenho numa espécie de escrita. Repare-se na analogia entre desenho e caligrafia de Van Gogh, que revela uma noção de forma que se aproxima da da arte japonesa. Reveja-se a deformação topológica de Matisse nas suas figuras aderentes ao plano. Algumas parecem ter sido desenhadas numa superfície elástica, como um balão que depois fosse inchado pelo sopro, mostrando a sua alteração contínua, sem rupturas.

Na problemática da pesquisa de estruturas formais coerentes, é oportuno (e saboroso) lembrar algumas palavras do cientista Henri Poincaré. «Suponhamos um modelo qualquer e a cópia desse modelo recopiado por um desenhador desajeitado; as proporções são alteradas; as rectas traçadas por uma mão trémula sofrem desvios desagradáveis e apresentam

curvaturas desastradas. Do ponto de vista da geometria métrica, mesmo da geometria projectiva, as duas figuras não são equivalentes; elas são-no, pelo contrário, do ponto de vista da *Analysis situs*».

A escolha das geometrias é importante no conjunto das convenções em que terá de apoiar-se a nova visão, em correlação com as concepções de espaço, tempo e matéria que forem usadas na vida prática e nas estruturas científicas.

O homem já não se considera o centro do universo; mas, na sua vida quotidiana, a substituição da natureza pela artificialidade dá-lhe uma responsabilidade temporal inédita e muito grande. Basta pensar nos actuais problemas ecológicos e no *stress* das grandes cidades.

Sem dúvida, é entretanto mais fácil verificar a relação entre a pintura ou escultura de execução *controlada* e a técnica, na medida em que ambas utilizam disciplinas comuns emanadas da ciência *feita*. É, por exemplo, o caso de Gabo, que corporiza superfícies geradas matematicamente. É também o caso de uma escultura-móvel do inglês Kenneth Martin. É uma escultura pendurada que gira incessantemente. É, portanto, uma forma geométrica, regradada, que integra o tempo. E há também esculturas deste género, como as de Max Bill, que representam modelos que serviram algumas reflexões de ordem topológica, como a superfície de Mobius.



Gabo



Max Bill

Em novo tipo de *trompe-l'œil*, Vasarely constrói volumes e perspectivas contraditórias, que, aniquilando-se mutuamente, reintegram o plano das duas dimensões. Essas perspectivas contraditórias, com a sua força *gestáltica*, conduzem a uma vibração, nos limites euclidianos. Leis estatísticas organizam estes quadros, e as formas volumétricas sugeridas precisam de tempo para vibrarem.

A vibração óptica é rapidamente alcançada nas pinturas do americano Larry Poons. Numa das suas pinturas *op*, as pintas azuis são fortemente contrastantes com o fundo cor de laranja. Agridem a retina. O cérebro reage, e a percepção «saltita», entre as diversas estruturas de arrumação das pintas azuis. Estas diversas subestruturas estão dissimuladas, porque estão sobrepostas.

Num quadro de Sofia Tauber-Arp, Max Bill descobriu várias organizações simples simultâneas. Algumas destas subestruturas são percebidas com muita frequência, outras com pouca frequência, conforme o momento da contemplação. Sofia Tauber-Arp e outros artistas da mesma tendência vanguardista têm uma intuição muito viva destas leis estatísticas da percepção.

Às tensões provocadas por estas rebuscadas contradições do acto da percepção juntam-se muitos outros dados psicofísicos, criando-se um movimento virtual nesta arte de efeitos ópticos violentos. Estes efeitos são universais. «A obra age sobre o aparelho psico-físico perceptivo, e não sobre a base psicológica cultural do espectador», diz Mestrovic, que caracteriza ainda estas pesquisas como apresentadoras de «formação e não formas». Sugere-se a desmaterialização do suporte para o reencontrar como campo de energia. Há quadros de Vasarely que se nos apresentam como campos de pura energia luminocromáticas. Vasarely levou ao máximo de energia as descobertas ópticas dos cientistas e dos pintores do século XIX, nomeadamente Chevreul e os impressionistas.

Ao referir-se às quatro dimensões, é significativo que Vasarely prefira falar do espaço a partir do tempo, ou seja, para ele, o tempo não é a quarta dimensão, mas a primeira. Diz ele: «O espaço é o lugar de um fenómeno que se realiza ao longo do tempo». Também os físicos, actualmente, preferem definir metro-padrão a partir de um período de tempo: o espaço será medido em função da constância da velocidade da luz no vazio. O tempo mede o espaço. A matéria fornece o relógio atómico, com seus rigorosos períodos de desintegração. Repito: com o comportamento da matéria mede-se o tempo, e com o tempo mede-se o espaço. Instaura-se deste modo uma nova correlação dos enquadramentos mentais com que os homens encaram o mundo.

Na pintura, desde o início da sua moderna evolução cromática, com o impressionismo, instaurou-se o processo de produção de efeitos de luz devido à interacção das cores puras, *produção* que exige um certo tempo de percepção. E o espaço transformou-se em campo de energia luminocromática.

Onde os não-euclidianos são mais radicais é na vontade de revelação do próprio processo pictórico que inclui o *sujeito*, pelo que a arte deles

assume talvez a consciência mais aguda da necessidade de manter na nossa época tecnicista a *intencionalidade estética*. Na pintura de Pollock estão registados os signos tal como nasceram da acção do corpo inteiro, numa prática irreductível à repetição mecânica, desencadeadora porém das capacidades expressivas espontâneas que permitem renovar perpetuamente a criação e a contemplação estéticas, subjectivamente dinâmicas. É por aqui que a *arte de hoje* estará talvez na raiz de *ciências futuras*, assim como a arte de ontem não deixou de dar a sua contribuição para o aparecimento das ciências actuais. Eis a razão pela qual é já muito significativa a relação desta arte com a topologia, e mesmo com geometrias mais recentes. Por vezes, a arte é uma presciência. Almada Negreiros tinha a convicção de que «a arte precede a ciência, a perfeição precede a exactidão».

De qualquer modo, através da arte actual, está-se longe do espaço estático do Renascimento, está-se longe da concepção do quadro concebido como janela, está-se longe da redução do observador a um olho fixo. Está-se também longe das pinturas e esculturas concebidas como ilustrações.

O aparecimento de novos objectos artísticos com movimento real não reaproxima a arte de qualquer tipo de ilustração. Alguns artistas utilizam forças electromagnéticas (Takis) e as suas obras familiarizam o público com a multiplicidade dos *campos de forças*. Van Thienen utiliza o vento e o som. Também no âmbito da *Colour Field Painting*, Barnett Newman afirma o valor plano, *flat*, da pintura. Os quadros de Barnett Newman têm grandes dimensões, para que ocupem muito espaço real e as cores envolvam o espectador.



Barnett Newman, Adam

Neste campo de energia cromática, o espectador não tem apenas uma reacção fisiológica, mas também espiritual. A verticalidade exprime o sublime. Barnett Newman negou a estabilidade da pirâmide numa escultura alongada em aço inoxidável. É um obelisco invertido, que se torna indefinido na sua vertical ascendente. O «aqui e agora», onde o observador se encontra, está em contacto imaginário com o infinito da abóbada celeste.

Com as viagens interplanetárias, à medida que o homem deixa de sentir como constante a força gravítica, também deixa de ter necessidade de fazer obedecer os sinais espaciais à vertical (força gravítica na vida habitual) e à horizontal (base).

Precedendo Newman, David Smith tinha já concebido esculturas que, intensificando o dinamismo dos seus signos, ou subindo-os muito, contrariaram o tipo de concepção escultórica que parte do necessário equilíbrio de massas em relação à vertical e à base de sustentação. Como se sabe, a existência de um pedestal tem mantido o cariz antropomórfico da escultura moderna, dificultando o seu desenvolvimento abstraccionista. Depois de Smith, o inglês Anthony Caro e outros libertaram-se mais desse antropomorfismo, realizando esculturas sem pedestal, articulando planos ao longo do chão, recorrendo a chapas e redes metálicas fortemente coloridas.

A cor artificial da indústria é francamente assumida na escultura actual. É o caso de Anthony Caro e de Isaac Witkin. Os materiais de plástico também facilitaram novas concepções escultóricas, em especial o poliuretano, que se expande. Isto leva alguns escultores, como o francês César, a adoptarem uma atitude nova, tanto na execução como na concepção.

Uma topologia intuitiva ressurgue nestas «expansões», mas desdramatizada, ao contrário do que acontecia no tempo de Van Gogh. O mesmo acontece com os desenhos realizados pela arte cibernética, que pode alterar as proporções de uma figura, mecanicamente, até a tornar irreconhecível. Mas, por outro lado, o desenho cibernético reintroduz algo que a modernidade tinha abandonado: a minúcia. Uma espécie de confiança no traçado cibernético faz mergulhar o olhar do espectador em zonas de texturas inabituais, que, em desenhos não mecânicos, ou sem regras, o espectador não levaria em consideração. Isto mostra que o conhecimento das regras auxilia a percepção. Mas o que é fascinante é a rapidez com que nas obras de arte o espectador adivinha o regramento, mesmo que não saiba verbalizá-lo.



Computer Art

A minúcia pode ser abolida, por redundância ou pela introdução de factores aleatórios, na *copy-art* e, em geral, na *random-kunst*, ou arte mecânica que aproveita e regista os dados do acaso.

Nestas artes que usam e abusam da tecnologia electromagnética, o artista pode parecer cada vez mais distante da obra. Na utilização das novas técnicas, a comunicação intersubjectiva, que se espera da arte, parece não existir. Todavia, alguns artistas utilizam o vídeo para ajudar a redescobrir o corpo e outros começam já a divertir-se com os raios *laser*, desenvolvendo a holografia.

Noutros casos, o próprio artista está presente, lembrando-nos drasticamente, na *body art* (ou arte do próprio corpo) e na *performance*, que a arte simboliza pela exemplificação. É através da exemplificação que a arte simboliza.



Body Art

Através de uma documentação fotográfica, pode ver-se a mão do artista italiano Penone apertando uma árvore. A mão do artista é depois substituída por uma mão de ferro, que não deixará crescer aquele bocado de vegetal.

Presença e exemplo, através do próprio corpo, ou simplesmente através da mão, a arte é um *fazer* que conduz a *novas ideias*.

(Página deixada propositadamente em branco)

Instrumentos matemáticos complexos permitiram realizar com sucesso tarefas tão distintas como a programação de um voo a Marte, a previsão de resultados eleitorais, a explicação do funcionamento de alguns mecanismos do sistema nervoso, ou a abordagem crítica de obras de arte e de textos literários. Da ciência à sociedade, dos grandes avanços técnicos à solidez de uma argumentação lógica, a Matemática constrói teias de uma imensa flexibilidade resultante do carácter universal da sua linguagem.

Neste livro, personalidades de diferentes universos dão o seu testemunho sobre a forma como usam as teias matemáticas para tecer a sua própria visão do mundo.

MARIA PAULA SERRA DE OLIVEIRA é professora de Matemática na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.

ISBN 972-662-970-5



9 789726 629702



gradiva



Imprensa da Universidade de Coimbra