

# O que é visualização?<sup>i</sup>

**LEV MANOVICH**

Universidade da Califórnia (San Diego, EUA) - [manovich.lev@gmail.com](mailto:manovich.lev@gmail.com)

Professor do Departamento de Artes Visuais e diretor do Software Studies Initiative, no California Institute for Telecommunications and Information Technology (CALIT2). Professor da European Graduate School (EGS). É autor de vários livros, entre eles *The Language of New Media* (The MIT Press, 2001).

## Resumo

Neste artigo, originalmente publicado em outubro de 2010 na página eletrônica pessoal de Lev Manovich (<http://manovich.net>), o autor faz uma análise dos princípios fundamentais da visualização de informação (infovis) nos últimos 300 anos e discute seu desenvolvimento no século XXI. São também propostas duas categorias de visualização, a direta e a indireta, e apresentados projetos de visualização de informação executados pela equipe de pesquisa de Lev Manovich, na Universidade da Califórnia, em San Diego, Estados Unidos. Este artigo teve tradução e publicação formalmente autorizadas pelo autor.

## Palavras-chave

Visualização de informação; Visualização de dados; Infovis; Infografia; Primitivos gráficos.

## Abstract

In this article, originally published on Lev Manovich's blog (<http://manovich.net>), in October 2010, the author analyses the key principles of information visualization (infovis) over the last 300 hundred years and discusses its development in the 21st century. Besides proposing two categories of visualization, the direct and the indirect one, the paper presents visualization projects executed by Lev Manovich's research team, at the University of California, in San Diego. This article was translated and published formally authorized by the author.

## Keywords

Information visualization; Data visualization; Infovis; Infography; Graphic primitives.

Artigo recebido em 15/03/2011

Aprovado em 29/04/2011

“Desenhei, primeiramente, o gráfico, para esclarecer as minhas próprias ideias sobre o assunto, achando muito problemático manter uma noção distinta das mudanças que haviam acontecido. Acredito que respondeu a um propósito além da minha expectativa, trazendo para uma única visão, o resultado de detalhes que estão dispersos em um campo muito amplo e complexo da história universal; fatos, às vezes, ligados uns aos outros, às vezes não, e que sempre requeriam reflexão, cada vez que eram mencionados”. William Playfair em *An Inquiry into the Permanent Causes of the Decline and Fall of Powerful and Wealthy Nations* [1805]; em referência ao “Gráfico nº1, representando a ascensão e queda de todas as nações ou países, que foram particularmente distinguidos por riqueza ou poder, é o primeiro do tipo que já foi registrado e, que, portanto, ainda não realizou encontro com a aprovação pública”.

“As belas fotografias que eu e outros turistas fizemos em Las Vegas não são suficientes. Como você as distorce para desenhar um significado para um designer? Como você distingue sobre um plano entre a forma que é para ser especificamente construído como mostrada e o que é, dentro das restrições, permitido acontecer? Como você representa a Faixa, tal como foi percebida pelo Senhor A. e não como uma peça de geometria? Como você mostra a qualidade da luz - ou qualidades da forma - em um plano de 1 polegada a 100 pés? Como você mostra fluxos e cursos, ou variação sazonal ou mudança com o tempo?” *Learning from Las Vegas* [1972].

“O ‘Todo’ agora é nada mais do que uma visualização provisória de um ser modificado e revertido à vontade, ao mover-se de volta aos componentes individuais, e, então, procurando ainda outras ferramentas para reagrupar os mesmos elementos em reuniões alternativas”. Bruno Latour, *Tarde’s Idea of Quantification, The Social After Gabriel Tarde: Debates and Assessments*. Ed. Mattei Candea [2009].

“A visualização de informações está se tornando mais que um conjunto de ferramentas, tecnologias e técnicas de grandes conjuntos de dados. Ela está emergindo propriamente como um meio, com ampla gama de potencial expressivo”. Eric Rodenbeck (Stamen Design), conferência de abertura do *Emerging Technology 2008* [4 de março de 2008.]

“A visualização está pronta para ser um meio de massa”. Fernanda B. Viégas e Martin Wattenberg, em entrevista para o site [infosthetics.com](http://infosthetics.com) [Maio, 2010].

O ano é 2010. O Museu de Arte Moderna em Nova York apresenta uma visualização dinâmica de sua coleção em cinco telas criadas pela *Imaginary Forces*. O *New York Times* apresenta regularmente visualizações personalizadas, nas suas edições impressa e web, criadas por sua equipe interativa interna. A web está cheia de projetos de visualização sofisticados, criados por cientistas, designers, artistas e estudantes. Se você procura por certos tipos de dados públicos, o primeiro resultado retornado pela pesquisa no Google é associado a gráficos interativos, automaticamente criados, dessas informações. Se você quiser visualizar o seu próprio conjunto de dados, Many Eyes, Tableau Public e outros sites oferecem ferramentas de

visualização gratuitas. Trezentos anos depois de William Playfair se admirar com o poder cognitivo da visualização da informação, parece que, finalmente, muitos outros estão começando a compreendê-la.

O que é visualização de informação? Apesar da crescente popularidade da infovis (uma abreviatura para “visualização da informação”), não é tão fácil apresentar uma definição que sirva para todos os tipos de projetos de infovis criados hoje, e, ao mesmo tempo, que a separasse claramente de outros campos correlatos, tais como visualização científica e design de informação. Então, comecemos com uma definição provisória que podemos modificar depois. Vamos definir visualização da informação como um mapeamento entre dados discretos e uma representação visual. Podemos também usar conceitos diferentes, além de “representação”, cada um trazendo um significado adicional. Por exemplo, se acreditamos que o cérebro usa um número distinto de diferentes modalidades cognitivas e de representação, podemos definir a infovis como um mapeamento a partir de outras modalidades cognitivas (como a matemática e a proposicional) para uma modalidade de imagem.

Minha definição não abrange todos os aspectos da visualização da informação - tais como a distinção entre visualização estática, dinâmica (isto é, animada) e interativa - essa última, naturalmente, é a mais importante hoje. Na verdade, a maioria das definições de infovis por pesquisadores de ciência da computação a equiparam com o uso de representações visuais orientadas por computador e interfaces. Aqui estão exemplos de tais definições: “visualização de informação (infovis) é a comunicação de dados abstratos através do uso de interfaces visuais interativas”<sup>ii</sup>; “A visualização de informação utiliza gráficos computadorizados e interação para ajudar os seres humanos na solução de problemas”<sup>iii</sup>.

As interfaces gráficas interativas, em geral, e a aplicação de visualização interativa, em particular, trazem todos os tipos de novas técnicas para manipular os elementos de dados - desde a capacidade de alterar a forma como os arquivos são mostrados na área de trabalho em sistemas operacionais modernos até as múltiplas visões coordenadas disponíveis em algum software de visualização, como o Mondrian<sup>iv</sup>. No entanto, independentemente de se você está olhando para uma visualização impressa em papel ou um arranjo dinâmico dos elementos gráficos na tela do computador que você gerou usando o software interativo, e que você pode mudar a qualquer momento,

em ambos os casos a imagem que você está trabalhando é resultado de mapeamento. Então, o que é especial nas imagens que esse mapeamento produz? Esse é o foco do meu artigo.

Para alguns pesquisadores, a visualização da informação é diferente de visualização científica, já que a última utiliza dados numéricos, enquanto a primeira utiliza dados não-numéricos, tais como texto e redes de relação<sup>v</sup>. Pessoalmente, não tenho certeza de que essa distinção se verifique na prática. Certamente, um grande número de projetos de infovis usam números como dados primários, mas mesmo quando eles focam em outros tipos de dados, ainda usam, com frequência, alguns dados numéricos também. Por exemplo, a visualização típica de rede pode usar os dados sobre a estrutura da rede (quais nós se interconectam) e os dados quantitativos sobre a força dessas conexões (por exemplo, quantas mensagens são trocadas entre os membros de uma rede social). Como exemplo concreto de infovis que combina dados não-numéricos e numéricos, considere um projeto bem conhecido, *History Flow* (Fernanda B. Viégas e Martin Wattenberg, 2003), que mostra como determinada página da Wikipedia cresce com o tempo, na medida em que diferentes autores contribuem para isso<sup>vi</sup>. A contribuição de cada autor é representada por uma linha. A largura da linha muda ao longo do tempo, refletindo a quantidade de texto com que um autor contribuiu para a página da Wikipedia. Outro clássico da infovis, *Flight Patterns* (Aaron Koblin, 2005), utiliza dados numéricos sobre os horários dos voos e as trajetórias de todos os aviões que sobrevoam os Estados Unidos para criar um mapa animado que exhibe o padrão formado por seu movimento ao longo de um período de 24 horas<sup>vii</sup>.

Em vez de tentar separar visualização da informação e visualização científica, usando alguma ideia *a priori*, acrescentemos cada frase na pesquisa de imagens do Google e comparemos os resultados. A maioria das imagens que retornam quando se procura por “visualização da informação” são dois gráficos vetoriais, dimensional e de uso - pontos, linhas, curvas e outras formas geométricas simples. A maioria das imagens que retornam quando se procura por “visualização científica” são tridimensionais; eles usam formas sólidas 3D ou volumes feitos de pontos 3D. Os resultados obtidos por essas pesquisas sugerem que os dois campos realmente são diferentes - não porque eles usam tipos diferentes de dados, mas porque privilegiam diferentes técnicas visuais e tecnologias.

A visualização científica e a visualização de informação são provenientes de diferentes culturas (ciência e design); seu desenvolvimento corresponde às diferentes áreas da tecnologia da computação gráfica. A visualização científica desenvolveu-se na década de 1980, juntamente com o campo da computação gráfica 3D, que naquele tempo necessitava de estações de trabalho gráficas especializadas. A visualização de informação desenvolveu-se na década de 1990, juntamente com o crescimento dos softwares gráficos 2D para desktops e a adoção de PCs por designers; sua popularidade acelerou nos anos 2000 - os dois fatores-chave são a fácil disponibilidade de grandes conjuntos de dados através de APIs fornecidas pelos principais serviços de redes sociais desde 2005 e novas linguagens de programação de alto nível projetadas especificamente para gráficos (isto é, *Processing*<sup>viii</sup>) e bibliotecas de software para visualização (por exemplo, *Prefuse*<sup>ix</sup>).

Somos capazes de diferenciar visualização de informação de design da informação? Isso é mais complicado, mas aqui está a minha maneira de fazê-lo. O design de informação começa com os dados que já possuem uma estrutura clara, e sua meta é a de expressar essa estrutura visualmente. Por exemplo, o famoso mapa do metrô de Londres, projetado em 1931 por Harry Beck, usa dados estruturados: linhas de metrô, estações de metrô e suas posições sobre a geografia de Londres<sup>x</sup>. Em contraste, o objetivo da visualização da informação é descobrir a estrutura de um dos conjuntos de dados (tipicamente grande). Essa estrutura não é conhecida *a priori*; a visualização é bem-sucedida se revela essa estrutura. Uma maneira diferente de expressar isso é dizer que o design da informação trabalha com informação, enquanto visualização de informação trabalha com dados. Como sempre acontece com a atual prática cultural, é fácil encontrar exemplos que não comportam tal distinção - mas a maioria o faz. Portanto, acho que essa diferenciação pode ser útil para nos permitir compreender as práticas de visualização da informação e design de informação como se sobrepostas parcialmente, mas, em última instância, diferentes, em termos de suas funções.

Finalmente, e as práticas anteriores de exibição visual de informação quantitativa dos séculos XIX e XX que são conhecidas por muitos através dos exemplos recolhidos nos livros pioneiros de Edward Tufte<sup>xi</sup>? Elas constituem a infovis tal como a entendemos hoje? Como já observei, a maioria das definições fornecidas por pesquisadores que trabalham na Ciência da Computação equiparam visualização de

informação ao uso de gráficos computadorizados interativos<sup>xii</sup>. Fazendo uso de software, podemos visualizar conjuntos de dados muito maiores do que era possível anteriormente; criar visualizações animadas, mostrar como os processos se desdobram no tempo e, mais importante, manipular visualizações de forma interativa. Essas diferenças são muito importantes - mas para os fins deste artigo, que está preocupado com a linguagem visual da infovis, eles não são relevantes. Quando mudamos do lápis para os computadores, isso não afetou a ideia principal de visualização - o mapeamento de algumas propriedades dos dados em uma representação visual. Da mesma forma, enquanto a disponibilidade de computadores levou ao desenvolvimento de novas técnicas de visualização (gráfico de dispersão da matriz, mapas de árvores, etc.), a linguagem visual básica da infovis permaneceu a mesma, tal como era no século XIX - pontos, linhas, retângulos e outros primitivos gráficos. Dada essa continuidade, vou usar o termo “infovis” para me referir às duas representações anteriores de dados visuais, as criadas manualmente e a visualização orientada por software contemporânea.

## Redução e espaço

No meu ponto de vista, a prática de visualização da informação, desde os seus primórdios, da segunda metade do século XVIII até hoje, se baseou em dois princípios fundamentais. O primeiro princípio é o da redução. A infovis usa primitivos gráficos, tais como pontos, linhas retas, curvas e formas geométricas simples para substituir os objetos e as relações entre eles -, independentemente de se tratarem de pessoas, suas relações sociais, os preços das ações, a renda das nações, as estatísticas do desemprego ou qualquer outra coisa. Com o emprego de primitivos gráficos (ou, para usar a linguagem contemporânea da mídia digital, gráficos vetoriais), a infovis é capaz de revelar padrões e estruturas nos objetos de dados que esses primitivos representam. No entanto, o preço a ser pago por esse poder é a esquematização extrema. Jogamos fora 99% do que é específico sobre cada objeto para representar apenas 1%, na esperança de revelar padrões por meio desse 1% das características dos objetos.

A visualização de informação não é a única a confiar na redução extrema do mundo a fim de ganhar um novo poder sobre o que é extraído dela. Ela vem do seu próprio início, na primeira metade do século XIX, quando, no curso de apenas algumas décadas, quase todos os tipos de gráficos comumente encontrados hoje em programas

estatísticos e de gráficos foram inventados<sup>xiii</sup>. Esse desenvolvimento das novas técnicas de redução visual é paralelo à trajetória reducionista da ciência moderna no século XIX. Física, química, biologia, linguística, psicologia e sociologia propõem que tanto o mundo natural quanto o social devem ser entendidos em termos de elementos simples (moléculas, átomos, fonemas, apenas diferenças sensoriais perceptíveis, etc.) e as regras de sua interação. Esse reducionismo torna-se o “metaparadigma” padrão da ciência moderna e continua a governar a pesquisa científica hoje. Por exemplo, os atuais paradigmas populares da complexidade e da vida artificial focam nossa atenção em como as estruturas complexas e o comportamento emergem da interação de elementos simples.

Ainda mais direta é a ligação entre a infovis do século XIX e o aumento das estatísticas sociais. Philip Ball resume o início das estatísticas da seguinte forma:

Em 1749, o estudioso alemão Gottfried Achenwall sugeriu que desde que esta “ciência” [o estudo da sociedade por meio da contagem] lidou com os naturais “estados” da sociedade, ela deve ser chamada Statistik. John Sinclair, um ministro escocês presbiteriano, gostou do termo suficientemente para apresentá-lo ao idioma inglês em seu épico *Statistical Account of Scotland*, o primeiro dos 21 volumes que apareceram em 1791. Os provedores dessa disciplina não eram matemáticos, tampouco ‘cientistas’, pois eles eram tabuladores de números, e se chamavam “estatistas”.<sup>xiv</sup>

“Na primeira metade do século XIX, muitos estudiosos, incluindo Adolphe Quetelet, Florence Nightingale, Thomas Buckle e Francis Galton, utilizaram estatísticas para buscar as “leis da sociedade”. Isso envolveu inevitavelmente sumarização e redução – calculando os totais e as médias dos números coletados sobre as características demográficas dos cidadãos, comparando as médias para diferentes regiões geográficas, perguntando se eles seguiram uma distribuição normal em forma de sino, etc. Assim, não surpreende que muitos - senão a maioria - dos métodos gráficos padrão hoje foram inventados durante esse tempo, para fins de representações de tais dados resumidos. De acordo com Michael Friendly e Daniel J. Denis, entre 1800 e 1850, “Em gráficos estatísticos, todas as formas modernas de exibição de dados foram inventados: gráficos de barras e pizza, histogramas, gráficos de linha e gráficos de séries temporais, curvas de nível, e assim por diante”<sup>xv</sup>.

Todas essas técnicas de visualização diferentes têm algo em comum além da redução? Todas elas usam variáveis espaciais (posição, tamanho, forma e, mais recentemente, curvatura das linhas e movimento) para representar as principais diferenças nos dados e revelar padrões e relações mais importantes. Esse é o segundo princípio fundamental (após a redução) da prática da infovis como foi feita por 300 anos - desde os primeiros gráficos de linha (1711), gráficos de barras (1786) e pizza (1801) até sua ubiquidade hoje nos softwares gráficos como o Excel, Numbers, Google Docs, OpenOffice, etc.<sup>xvi</sup>

Esse princípio pode ser reformulado da seguinte maneira: a infovis privilegia dimensões espaciais em detrimento de outras visuais. Ou seja, mapeamos as propriedades dos nossos dados que mais interessam em topologia e geometria. Outras propriedades menos importantes dos objetos são representadas por meio de diferentes dimensões visuais - tons, padrões de sombreamento, cores ou a transparência dos elementos gráficos.

Como exemplos, considere dois tipos comuns de gráficos: um gráfico de barras e um gráfico de linha. Ambos apareceram pela primeira vez no *Atlas político e comercial de William Playfair*, publicado em 1786, e tornaram-se lugar-comum no início do século XIX. Um gráfico de barras representa as diferenças entre os objetos de dados por meio de retângulos que têm a mesma largura, mas alturas diferentes. Um gráfico de linha representa alterações nos valores de dados ao longo do tempo por meio da mudança de altura da linha.

Outro tipo de gráfico comum – de dispersão – usa, da mesma forma, variáveis espaciais (posições e distâncias entre os pontos) para produzir sentido dos dados. Se alguns pontos formam um grupo, isso implica que os objetos de dados correspondentes têm algo em comum, se você observar dois grupos distintos, isso implica que os objetos caem em duas classes diferentes, etc.

Vamos dar outro exemplo - visualizações de rede que funcionam hoje como símbolos distintos de “sociedade em rede” (ver galeria de autoridade de Manuel Lima em *visualcomplexity.com*, que abriga atualmente mais de 700 projetos de visualização de rede). Como gráficos de barras e gráficos de linha, visualizações de rede também privilegiam dimensões espaciais: posição, tamanho e forma. Sua adição importante é a utilização das linhas retas ou curvas para mostrar as conexões entre os objetos de dados.



Por exemplo, em *distellamap* (2005), Ben Fry conecta pedaços de código e dados por meio de linhas para mostrar a dinâmica da execução de software em jogos do Atari 2600<sup>xvii</sup>. No *Flickr Graph*, de Marcos Weskamp (2005), as linhas visualizam as relações sociais entre os usuários do flickr.com<sup>xviii</sup>. (É claro, muitas outras técnicas visuais também podem ser utilizadas, além das linhas, para mostrar as relações - veja, por exemplo, uma série de *mapas da ciência* criada por Katy Borner e seus colegas no Laboratório de Visualização de Informação na Universidade de Indiana<sup>xix</sup>).

Acredito que a maioria das práticas de visualização de informação da segunda metade do século XVIII até hoje seguem o mesmo princípio - reservando arranjo espacial (podemos chamá-lo de “layout”) para as dimensões mais importantes dos dados, e usando outras variáveis visuais para as dimensões remanescentes. Esse princípio pode ser encontrado em visualizações desde o famoso e denso gráfico mostrando a “Marcha de Napoleão a Moscou”, de Charles Joseph Minard (1869)<sup>xx</sup>, ao recente “A evolução da origem das espécies, por Stefanie Posavec e McInerny Greg” (2009)<sup>xxi</sup>. As distâncias entre os elementos e suas posições, forma, tamanho, curvatura, linhas e outras variáveis espaciais codificam diferenças quantitativas entre os objetos e/ou suas relações (por exemplo, quem está ligado a quem em uma rede social).

Quando visualizações usam cores, padrões de preenchimento ou diferentes níveis de saturação, geralmente isso é feito para dividir elementos gráficos em grupos. Em outras palavras, essas variáveis não-espaciais funcionam como rótulos de grupo. Por exemplo, o *Google Trends* usa os gráficos de linha para comparar os volumes de busca por palavras ou frases diferentes; cada linha é apresentada em uma cor diferente<sup>xxii</sup>. No entanto, a mesma visualização poderia simplesmente ter usado etiquetas presas às linhas - sem cores diferentes. Nesse caso, a cor legibiliza anúncios, mas não acrescenta novas informações para a visualização.

O privilégio da dimensão espacial sobre outras dimensões visuais também era verdadeiro nas artes plásticas na Europa entre os séculos XVI e XIX. Um pintor trabalhou pela primeira vez a composição de um novo trabalho em muitos esboços; depois, a composição foi transferida para uma tela e o sombreamento foi totalmente desenvolvido monocromaticamente. Somente depois a cor foi adicionada. Essa prática presume que o significado e o impacto emocional de uma imagem depende, acima de tudo, dos arranjos espaciais de suas partes, ao contrário das cores, texturas e outros

parâmetros visuais. No clássico asiático “Ink and wash painting”, que apareceu pela primeira vez no século VII na China e, mais tarde, foi introduzida na Coreia e depois no Japão (século XIV), a cor nem sequer apareceu. Os pintores usaram exclusivamente tinta preta para explorar os contrastes entre os contornos dos objetos, seus arranjos espaciais e diferentes tipos de pinceladas.

É possível encontrar visualizações de informação em que a dimensão principal é a cor - por exemplo, um semáforo comum, que “visualiza” os três possíveis comportamentos de um motorista de carro: pare, atenção e siga. Esse exemplo mostra que, se fixarmos parâmetros de visualização espacial, a cor pode tornar-se a dimensão de destaque. Em outras palavras, é fundamental que as três luzes tenham exatamente a mesma forma e o mesmo tamanho. Aparentemente, se todos os elementos da visualização têm os mesmos valores em dimensões espaciais, nosso sistema visual pode se concentrar sobre as diferenças representadas por cores ou outras variáveis não-espaciais.

Por que os designers de visualização - sejam eles os inventores de gráficos e de técnicas gráficas no final do século XVIII e início do XIX, ou milhões de pessoas que agora usam esses tipos de gráficos nos seus relatórios e apresentações, ou os autores de mais visualizações experimentais apresentadas no [infoaesthetics.com](http://infoaesthetics.com) e no [visualcomplexity.com](http://visualcomplexity.com) - privilegiam variáveis espaciais em detrimento dos demais tipos de mapeamento visual? Em outras palavras, por que cor, tom, transparência e símbolos são usados para representar aspectos secundários de dados, enquanto as variáveis espaciais são reservadas para as dimensões mais importantes? Sem entrar em detalhes sobre o rico, mas ainda muito incompleto, conhecimento sobre a visão acumulado pela neurociência e pela psicologia experimental, podemos dar um palpite simples. Os criadores das visualizações seguem a percepção visual humana, que também privilegia arranjos espaciais de partes de uma cena em detrimento de outras propriedades visuais que trazem sentido a essa cena. Por que a disposição geométrica de elementos em uma cena é mais importante para a percepção humana do que outras dimensões visuais? Talvez isso tenha a ver com o fato de que cada objeto ocupa uma parte única do espaço. Portanto, é fundamental para o cérebro ser capaz de segmentar um mundo 3D em objetos distintos espacialmente que são suscetíveis de ter identidades distintas (pessoas, céu, chão, placas, edifícios, etc.). Diferentes tipos de objetos também podem ser, muitas

vezes, identificados com formas 2D únicas e arranjos dessa forma. Uma árvore tem um tronco e ramos; um ser humano tem uma cabeça, um tronco, braços e pernas, etc. Portanto, a identificação de formas 2D e seus arranjos também devem desempenhar, provavelmente, papel importante no reconhecimento de objetos.

Um artista ou um designer pode prestar mais atenção a outras propriedades visuais de uma cena, como texturas e ritmos de cor (tidas como a arte do século XX), mas em uma percepção cotidiana, propriedades espaciais são o que mais importa. Quão próximas estão duas pessoas; a expressão em seus rostos, sua dimensão relativa, que permite ao observador estimar a sua distância dela, as formas características de diferentes objetos que lhe permitem reconhecê-las - todas essas e muitas outras características espaciais que nossos cérebros calculam instantaneamente a partir da entrada na retina são cruciais para nossa existência diária.

Acho que essa chave de variáveis espaciais para a percepção humana pode ser a razão pela qual todas as técnicas padrão para fazer gráficos e tabelas desenvolvidas entre os séculos XVIII e XX usam dimensões espaciais para representar os aspectos essenciais dos dados, e reservam outras dimensões visuais para aspectos menos importantes. Devemos, entretanto, também ter em mente a evolução das tecnologias de visualização, que limitam o que é possível a qualquer momento. Somente na década de 1990, quando as pessoas começaram a usar computadores para projetar e apresentar visualizações em monitores, a cor se tornou a norma. A impressão colorida ainda é significativamente mais cara do que usar uma única cor – por isso, até mesmo revistas científicas de hoje são impressas em preto-e-branco. Assim, o custo extra associado à criação e à impressão de gráficos em cores, durante os últimos dois séculos, foi provavelmente fator importante, responsável por privilegiar as variáveis espaciais.

Quando a cor, o sombreamento e outros parâmetros visuais não-espaciais foram utilizados em visualizações criadas no século XIX e em grande parte do século XX, eles geralmente representavam apenas um pequeno número de valores discretos - ou seja, eles agiram como “variáveis categóricas”. No entanto, hoje as áreas da visualização científica baseadas no computador, geovisualização e imagiologia médica, costumam usar esses parâmetros com escalas muito maiores. Uma vez que os computadores de hoje comumente alocam 8-bits para armazenar os valores para cada um dos canais vermelho, verde e azul, monitores de computadores podem mostrar 16

milhões de cores únicas. Portanto, sombreamento, cor e transparência são comumente empregados nessas áreas para mostrar continuamente diferentes qualidades como temperatura, densidade do gás, elevação, ondas gravitacionais, etc. Isso não contradiz minha afirmação de que o arranjo espacial é fundamental para a visualização da informação?

Podemos resolver esse quebra-cabeça se levarmos em conta uma diferença fundamental entre a visualização da informação e a visualização científica/geovisualização, que eu ainda não mencionei. A infovis usa arranjos espaciais arbitrários de elementos para representar as relações entre os objetos de dados. As visualizações científica, médica e a geovisualização normalmente trabalham com um layout espacial fixo *a priori* dos objetos físicos reais, como um cérebro, um litoral, uma galáxia, etc. Uma vez que o layout de tais visualizações já está fixado e não pode ser manipulado arbitrariamente, cores e/ou outros parâmetros não-espaciais são utilizados em substituição, para mostrar as novas informações. Um exemplo típico dessa estratégia é um mapa de calor que utiliza tonalidade e saturação para sobrepor informações sobre um mapa espacial<sup>xxiii</sup>.

Os dois princípios fundamentais que eu sugeri - redução de dados e privilégio das variáveis espaciais - não contam para todas as possíveis visualizações produzidas durante os últimos 300 anos. Eles, no entanto, são suficientes para separar a infovis (pelo menos como era comumente praticada até agora) de outras técnicas e tecnologias de representação visual: mapas, gravura, desenho, pintura a óleo, fotografia, cinema, vídeo, radar, ressonância magnética, espectroscopia no infravermelho, etc. Elas dão à infovis sua identidade única - a identidade que permaneceu notavelmente consistente por quase 300 anos, ou seja, até a década de 1990.

## Visualização sem redução

Os sentidos da palavra “visualizar” incluem “tornar visível” e “produzir uma imagem mental”. Isso implica que até que “visualizemos” algo, esse “algo” não tem uma forma visual. Ele se torna uma imagem por meio de um processo de visualização.

Se examinarmos a prática da infovis do século XVIII até o final do século XX, a ideia de que a visualização se vale de dados que não são visuais e os mapeia em um domínio visual funciona muito bem. No entanto, parece muito adequado descrever

certas técnicas novas de visualização e projetos desenvolvidos desde meados da década de 1990. Embora essas técnicas e projetos sejam comumente tratados como “visualização de informação”, é possível que eles de fato representem outra coisa – um desenvolvimento fundamentalmente novo na história das tecnologias representacionais e epistemológicas, ou ao menos um novo e amplo método de visualização para o qual ainda não temos um nome adequado.

Considere uma técnica chamada nuvem de tags (*tag cloud*)<sup>xxiv</sup>. Essa técnica foi popularizada pelo Flickr, em 2005, e hoje pode ser encontrada em numerosos websites e blogs. A nuvem de tags mostra as palavras mais comuns em um texto, com o tamanho da fonte correspondendo à frequência das palavras nele.

Podemos usar um gráfico de barras com etiquetas de texto para representar a mesma informação – o que, de fato, funcionará melhor se a frequência de palavras for muito semelhante. Mas se as frequências diminuem, não temos de mapear os dados em uma nova representação visual como as barras. Em vez disso, podemos variar os tamanhos das palavras para representar suas frequências no texto.

A nuvem de tags exemplifica um bom método que pode ser chamado de visualização de mídia: criando novas representações visuais a partir dos objetos de mídia visual reais ou de suas partes. Mais do que representar textos, imagens, vídeo ou outras mídias por meio de novos signos visuais, tais como pontos ou retângulos, as visualizações de mídia constroem novas representações sobre a mídia original. Imagens continuam imagens; texto continua texto.

Em vista de nossa discussão sobre o princípio da redução de dados, também podemos chamar esse método de *visualização direta* ou *visualização sem redução*. Na visualização direta, os dados são reorganizados em uma nova representação visual que preserva sua forma original. Usualmente, isso envolve alguma transformação dos dados, tal como a mudança de tamanho. Por exemplo, a nuvem de texto reduz o tamanho do texto a um pequeno número de palavras mais frequentemente usadas. No entanto, a redução é mais quantitativa do que qualitativa. Não substituímos objetos de mídia por objetos novos (isto é, primitivos gráficos tipicamente usados na infovis), que comunicam apenas propriedades selecionadas desses objetos (por exemplo, barras de diferentes comprimentos representam a frequência das palavras). Minha expressão

“visualização sem redução” se refere à preservação de um rico conjunto de propriedades dos objetos de dados quando criamos visualizações diretamente a partir deles.

Nem todas as técnicas de visualização direta, como a nuvem de tags, têm origem no século XXI. Se projetarmos retroativamente esse conceito na história, podemos encontrar técnicas anteriores que empregam a mesma ideia. Por exemplo, um familiar índice de livro pode ser entendido como uma técnica de visualização direta. Olhando para um índice, pode-se rapidamente ver se conceitos ou nomes particulares são importantes no livro – eles terão mais entradas; conceitos menos importantes tomarão apenas uma linha.

Enquanto os índices de livros e as nuvens de tags exemplificam métodos de visualização direta, é importante considerar as diferenças entre eles. A técnica mais antiga do índice de livros contou com a tecnologia da composição usada para imprimir livros. Uma vez que cada tipo só estava disponível em um número limitado de tamanhos, a ideia de que se pode mapear precisamente a frequência de uma palavra em particular por meio do tamanho da fonte era contraintuitiva – então não foi inventada. Por outro lado, a técnica da nuvem de tags é uma expressão típica do que podemos chamar de “pensamento do *software*” – ou seja, ideias que exploram as capacidades fundamentais dos softwares modernos. A nuvem de tags explora a capacidade do software de variar cada parâmetro da representação e de controlá-lo usando dados externos. Os dados podem vir de um experimento científico, de uma simulação matemática, do corpo de uma pessoa em uma instalação interativa, do cálculo de algumas propriedades dos dados, etc. Se admitirmos essas duas capacidades, a ideia de alterar arbitrariamente o tamanho das palavras com base em alguma informação – tal como a frequência delas no texto – é algo que podemos esperar que seja “realizado” no processo da evolução cultural. (De fato, todas as técnicas de visualização interativa se fundamentam nas mesmas duas capacidades fundamentais.)

O crescimento rápido do número e da variedade de projetos de visualização, aplicativos de software e serviços web desde o final dos anos 1990, foi possível graças aos avanços da capacidade gráfica dos computadores pessoais, incluindo tanto hardware (processadores, memória, displays) quanto software (linguagens C e Bibliotecas gráficas Java, Flash, Processing, Flex, Prefuse, etc.) Ambos esses desenvolvimentos popularizaram a visualização de informação e mudaram fundamentalmente sua

identidade ao destacar animação, interatividade e visualizações mais complexas que representam conexões entre muito mais objetos do que anteriormente<sup>xxv</sup>. Mas juntamente com essas três tendências evidentes, os mesmos avanços também tornaram possível a abordagem da “visualização direta” – embora ainda não se tenha dado um nome para isso.

## Visualização direta: Exemplos

Vamos discutir três projetos bem conhecidos que exemplificam a “visualização direta”: Listening Post, Cinema Redux e Preservation of Selected Traces<sup>xxvi</sup>.

O Cinema Redux foi criado pelo designer de interação Brendan Dawes, em 2004<sup>xxvii</sup>. Dawes escreveu um programa no Processing que sampleou um filme na velocidade de um quadro por segundo e colocou cada quadro na escala de 8x6 pixels. O programa, então, arranhou esses quadros miniatura numa grade retangular, com cada linha representando um único minuto do filme. Embora Dawes pudesse ter continuado esse processo de samplear e remapear – por exemplo, representando cada quadro pela cor dominante – ele preferiu usar os quadros reduzidos do filme. A visualização resultante representa uma permuta entre dois extremos possíveis: preservar todos os detalhes do artefato original e abstrair completamente sua estrutura. Um alto grau de abstração pode tornar os padrões da cinematografia e da narrativa mais visíveis, mas também pode privar o espectador da experiência do filme. Estar próximo do artefato original preserva os detalhes originais e a experiência estética, mas pode não ser capaz de revelar alguns dos padrões.

O que importa no contexto desta discussão não são os parâmetros particulares que Dawes usou no Cinema Redux, mas que ele reinterpretou a constante de prática da visualização anterior como uma variável. Os designers da infovis anteriores mapearam os dados em novas representações diagramáticas que consistiam em primitivos gráficos. Essa era a prática padrão. Com computadores, um designer pode selecionar qualquer valor nos “dados originais” ou da dimensão da representação abstrata. Em outras palavras, um designer pode agora escolher usar primitivos gráficos, ou as imagens originais exatamente como elas são, ou qualquer formato entre ambas. Assim, enquanto os títulos do projeto se referem à ideia de redução, no conteúdo histórico das primeiras práticas da infovis isso pode ser entendido, na verdade, como expansão – ou seja,

expandindo primitivos gráficos típicos (pontos, retângulos, etc.) até objetos de informação atuais (quadros de filmes).

Antes do software, a visualização usualmente envolvia o processo de dois estágios de, primeiramente, contar ou quantificar dados e, então, representar os resultados graficamente. O software permite a manipulação direta dos artefatos de mídia sem quantificá-los. Como demonstrado pelo Cinema Redux, essas manipulações podem tornar visíveis as relações entre um grande número desses artefatos. Logicamente, tal visualização sem quantificação torna-se possível em razão da quantificação *a priori* requerida para transformar qualquer dado analógico em uma representação digital. Em outras palavras, é a “redução” primeiramente feita pelo processo de digitalização que, paradoxalmente, agora nos permite visualizar os padrões nos grupos de artefatos analógicos sem reduzi-los a sinais gráficos.

Para mais um exemplo de visualização direta, observemos a Preservation of Selected Traces (2009), de Ben Fry<sup>xxviii</sup>. O projeto web é uma animação interativa do texto completo da *Evolução das espécies*, de Darwin. Fry usa cores diferentes para mostrar as mudanças feitas por Darwin em cada uma das seis edições de seu famoso livro. Enquanto a animação é executada, vemos a evolução do texto do livro de edição para edição, com frases e passagens apagadas, inseridas e reescritas. Em contraste com visualizações de informação animadas típicas, que mostram alguma estrutura espacial constantemente mudando de forma e de tamanho com o tempo, mostrando mudanças nos dados (por exemplo, a mudança de estrutura de uma rede social ao longo do tempo), no projeto de Fry a forma retangular que contém o texto completo do livro de Darwin continua sempre a mesma – o que muda é o conteúdo. Isso nos permite ver como, ao longo do tempo, os padrões de inserções e revisões do livro tornam-se mais e mais intrincados, à medida que as mudanças de todas as edições se acumulam.

A qualquer momento da animação temos acesso ao texto completo do livro de Darwin – em oposição a apenas uma representação diagramática das alterações. Ao mesmo tempo, pode-se argumentar que Preservation of Selected Traces envolve alguma redução de dados. Considerando-se a resolução típica dos monitores de computador e as bandas de web atuais, Fry não foi capaz de mostrar realmente todo o texto do livro ao mesmo tempo<sup>xxix</sup>. Em vez disso, frases são representadas como pequenos retângulos de diversas cores. No entanto, quando o cursor passa sobre qualquer parte da imagem, uma



janela *pop-up* mostra o texto real. Em razão de todo o texto de Darwin ser facilmente acessível para o usuário dessa maneira, penso que esse projeto pode ser considerado um exemplo de visualização direta.

Vamos a mais um exemplo – Listening Post, de Ben Rubin e Mark Hansen (2001)<sup>xxx</sup>. Usualmente esse trabalho é considerado como uma instalação orientada por computador – mais do que um exemplo de infovis. Listening Post puxa fragmentos de texto de salas de bate-papo on-line em tempo real com base em vários parâmetros dados pelos autores e os expõe em um display feito de algumas centenas de pequenas telas em uma sequência de *loopings* em seis atos. Cada ação usa seu próprio layout espacial para rearranjar dinamicamente os fragmentos de texto que mudam. Por exemplo, em uma ação as frases se movem pela parede em um padrão tipo onda; em outra, as palavras aparecem e desaparecem como em um tabuleiro de damas. Cada ação tem seu ambiente sonoro dirigido por parâmetros extraídos do mesmo texto que está sendo animado na parede de displays.

Pode-se argumentar que Listening Post não é uma visualização porque os padrões espaciais são pré-arranjados pelos autores, e não guiados pelos dados. Esse argumento faz sentido – mas penso que é importante ter em mente que enquanto os layouts são pré-arranjados, os dados nesses layouts não são – são resultado dos dados extraídos da web em tempo real. Então, enquanto os fragmentos de texto são mostrados em layouts predefinidos (ondas, tabuleiros, etc.), porque o conteúdo desses trechos é sempre diferente, o resultado final também é sempre único.

Perceba que se os autores tivessem que representar o texto por meio de elementos gráficos abstratos, nós simplesmente terminaríamos com o mesmo padrão abstrato em cada repetição de ato. Mas porque eles mostram um texto real que muda o tempo todo, os padrões que emergem do mesmo layout são sempre diferentes.

É por isso que considero Listening Post uma representação perfeita de método de visualização direta – os padrões que ele apresenta dependem tanto dos fragmentos de texto que aparecem na tela no momento quanto da sua composição predefinida. Podemos encontrar outros exemplos de projetos info que, de forma parecida, guiam os dados para layouts predefinidos. Manuel Lima identificou o que ele chama de “sintaxe” de visualizações de rede – layouts comumente usados, tais como convergência radial, diagramas em arco, redes radiais centralizadas e outros<sup>xxxi</sup>. A principal diferença entre a

maior parte dessas visualizações de rede e o Listening Post reside no fato de as visualizações confiam nos algoritmos de visualização de layout existentes. Dessa forma, eles implicitamente aceitam ideologias por trás desses layouts – em particular a tendência de representar uma rede como uma estrutura altamente simétrica e/ou circular. Os autores de Listening Post escreveram seus próprios algoritmos de layout, que os permitiram controlar os sentidos pretendidos dos *layouts*. É também importante que eles usem seis layouts diferentes que entram em ciclos de tempos em tempos. O significado e a experiência estética desse trabalho – mostrando a diversidade infinita da web e, ao mesmo tempo, a existência de alguns padrões repetidos – de forma significativa derivam dos contrastes temporais entre esses layouts. Oito anos antes do artigo de Bruno Latour (citado no início) em que ele argumenta que nossa habilidade de criar “uma visualização provisória que pode ser mudada e revertida” nos permite pensar diferentemente, uma vez que qualquer “todo” que podemos criar agora é apenas um entre inúmeros outros. Listening Post mostra belamente esse novo paradigma epistemológico habilitado por meio da visualização interativa.

Os três projetos influentes que considere demonstrem que, para enfatizar padrões em dados, não precisamos reduzi-los representando objetos de dados por meio de elementos gráficos abstratos. Também não temos de sumarizar os dados como é comum na estatística ou nos gráficos – Pense, por exemplo, em um histograma que divide os dados em vários escaninhos. Isso não significa que para ser qualificada como “visualização direta” uma imagem tenha de mostrar 100% dos dados originais – cada palavra de um texto, cada quadro de um filme, etc. Dos três exemplos que acabei de discutir, apenas Preservation of Selected Traces faz isso. Cinema Redux e Listening Post não usam todos os dados disponíveis – em vez disso, usam amostras de dados. O primeiro projeto tira amostras de um filme à velocidade fixa de um quadro por segundo; o segundo projeto filtra conversas on-line usando critérios definidos que mudam de ação para ação. No entanto, o que é crucial nos elementos dessas visualizações não é o resultado do remapeamento dos dados em algum formato novo de representação – eles são os dados dos objetos originais selecionados do grupo de dados completo. Essa estratégia está relacionada à tradicional figura retórica da sinédoque – especialmente o caso particular em que uma classe específica de coisas se refere a uma classe maior e

mais geral<sup>xxxii</sup>. (Por exemplo, no Cinema Redux um quadro vale por um segundo de um filme.)

Enquanto a amostragem é uma técnica poderosa para revelar padrões nos dados, Preservation of Selected Traces demonstra que é possível revelar padrões mantendo 100% dos dados. Mas você já tem empregado essa estratégia – quando alguma vez já usou uma caneta mágica para destacar passagens importantes de um texto impresso. Embora a iluminação de texto não seja normalmente considerada como visualização, podemos observar que, de fato, trata-se de um exemplo de “visualização direta sem amostragem”.

Cinema Redux e Preservation of Selected Traces também rompem com o segundo importante princípio da visualização tradicional – a comunicação de significados via arranjos espaciais de elementos. Em ambos os projetos, o layout dos elementos é ditado pela ordem original dos dados – instantâneos de um filme, frases de um livro. Isso é possível e tão apropriado porque os dados que eles visualizam não são os mesmos que os dados tipicamente usados na infovis. Um filme ou um livro não são apenas uma coleção de dados – eles são narrativas feitas a partir desses objetos (ou seja, os dados têm uma ordem sequencial). Embora certamente seja possível criar visualizações efetivas que remapeiem uma sequência narrativa de uma maneira espacial completamente nova, como em Listening Post (ver também Writing Without Words, de Stefanie Posavec<sup>xxxiii</sup>, e The Shape of Song, de Martin Wattenberg<sup>xxxiv</sup>), Cinema Redux e Preservation of Selected Traces demonstram que a preservação das sequências originais também é eficaz.

Preservar a ordem original dos dados é particularmente apropriado no caso de grupos de dados culturais que têm uma dimensão temporal. Podemos chamar esses tipos de dados de “séries de tempo culturais”. Quer se trate de um filme (Cinema Redux), de um livro (Preservation of Selected Traces) ou de um longo artigo da Wikipedia (History Flow), as relações entre elementos individuais (quadros de filmes, frases de livros) e também entre grandes partes de um trabalho (cenas de filmes, parágrafos e capítulos de livros) separadas no tempo são de importância primeva para a evolução do trabalho, do sentido e da experiência pelos usuários. Enquanto, consciente ou inconscientemente, notamos esses padrões durante a observação / leitura / interação com o trabalho, projetar o tempo no espaço – arranjando quadros de filmes, frases de livros, páginas de revista

em uma imagem única – nos dá novas possibilidades de estudá-los. Então, o espaço passa a ter papel crucial na visualização direta no final das contas: permite-nos ver padrões entre elementos da mídia que são normalmente separados no tempo.

Deixe-me adicionar a esta discussão mais alguns exemplos de visualização direta criada em meu laboratório - Software Studies Initiative ([softwarestudies.com](http://softwarestudies.com))<sup>xxxv</sup>. Inspirado por projetos artísticos que abordaram a visualização direta pioneiramente bem como por capacidades de resolução e tempo real de sistemas interativos de supervisualização como o HIPerSpace (35,840 por 8,000 pixels, 286,720,000 pixels total<sup>xxxvi</sup>), desenvolvido no California Institute for Telecommunication and Information (Calit2)<sup>xxxvii</sup>, onde se encontra nosso laboratório, meu grupo vem trabalhando em técnicas e em softwares que permitam a exploração interativa de grandes grupos de dados visuais culturais. Algumas das visualizações que criamos usam a mesma estratégia do Cinema Redux – organizando um amplo conjunto de imagens em uma grade retangular. No entanto, ter acesso a um display de altíssima resolução nos permite incluir 100% dos dados – em vez de ter de sampleá-los. Por exemplo, criamos uma imagem que mostra 4553 capas da revista *Time* publicadas entre 1923 e 2009 (Mapping Time, Jeremy Douglass e Lev Manovich, 2009)<sup>xxxviii</sup>. Também comparamos o uso de imagens em revistas de ciência e de popularização da ciência ao visualizar aproximadamente 10 mil páginas de cada revista durante as primeiras décadas de sua publicação (The Shape of Science, William Huber, Lev Manovich, Tara Zapel, 2010)<sup>xxxix</sup>. Nossa visualização direta mais intensiva tem 44 mil por 44 mil pixels; ela mostra 1.074.790 páginas de mangá organizadas por suas propriedades estilísticas (Manga Style Space, Lev Manovich e Jeremy Douglass, 2010)<sup>xl</sup>.

Assim como o Cinema Redux, o Mapping Time e o The Shape of Science tornam iguais os valores das variáveis espaciais para revelar os padrões de conteúdo, cores e composição das imagens. Todas elas são mostradas do mesmo tamanho e arranjadas em uma grade retangular, de acordo com sua sequência original. Essencialmente, essa visualização direta usa apenas uma dimensão – com a sequência de imagens envolta em um número de linhas para facilitar a visualização de padrões sem ter de escanear visualmente uma imagem muito longa. No entanto, podemos transformar linhas do tempo unidimensionais em bidimensionais, com a segunda dimensão comunicando informação adicional. Considere uma linha do tempo 2D que

criamos das capas da *Time* (Timeline, Jeremy Douglass e Lev Manovich, 2009)<sup>xli</sup>. O eixo horizontal é usado para posicionar imagens na sequência original: o tempo passa da esquerda para a direita, e cada capa é colocada de acordo com sua data de publicação. As posições no eixo vertical representam informação nova - neste caso, saturação média (a intensidade percebida das cores) de cada capa, que medimos usando um software de análise de imagem.

Esse mapeamento é particularmente útil para mostrar a variação nos dados ao longo do tempo. Pode-se ver como a saturação das cores gradualmente cresce durante a publicação da *Time*, atingindo seu pico em 1968. O intervalo de todos os valores (isto é, a variação) por ano de publicação também cresce gradualmente – mas alcança o máximo poucos anos antes. Talvez não seja surpreendente ver que a intensidade (ou “agressividade”) das mídias de massas, como exemplificam as capas da *Time*, gradualmente sobe no final dos anos 1960, como manifestado nas mudanças de saturação e contraste. O que é inesperado, no entanto, é que desde o começo do século XXI, essa tendência é revertida: as capas agora têm menos contraste e menor saturação.

A estratégia usada nessa visualização é baseada numa técnica familiar – o gráfico de dispersão. No entanto, se os gráficos de dispersão normais reduzem os dados mostrando cada objeto como um ponto, nós mostramos os dados em sua forma original. O resultado é um novo tipo de gráfico, que é literalmente feito a partir de imagens – aí está por que razão é apropriado chamá-lo de “gráfico de imagem”<sup>xlii</sup>.

## O que é visualização?

Em um artigo sobre a prática emergente da visualização artística escrito em 2002, defini visualização como “uma transformação de dados quantitativos não-visuais em uma representação visual”. Naquela época, eu quis enfatizar que a visualização faz parte dos projetos de redução da ciência e da arte modernas, o que levou à escolha do título: “Visualização de dados como nova abstração e antissublime”<sup>xliii</sup>. Penso que essa ênfase foi apropriada para tratar das categorias de infovis tipicamente criadas naquele momento. (Embora eu tenha usado alguma formulação diferente para a definição que aparece no início deste artigo – “um remapeamento de outros códigos em um código visual” –, as duas definições expressam a mesma ideia).

Grande parte da visualização de informação hoje continua a empregar primitivos gráficos. No entanto, assim como nos exemplos mostrados, paralelo a essas infovis “mainstream”, pode-se encontrar outra tendência – projetos em que os dados que estão sendo visualizados já são visuais – textos, quadros de filmes, capas de revista. Em outras palavras, esses projetos criam novas representações visuais com os dados visuais originais, sem traduzi-los em sinais gráficos. Elas também rompem com o segundo princípio da infovis – mapear as dimensões mais importantes dos dados em variáveis espaciais.

Então a “visualização direta” realmente constitui um formato de infovis, ou é um método completamente diferente? Temos duas opções. Ou precisamos aceitar que são algo fundamentalmente diferente. Ou, alternativamente, teremos de rever nossa compreensão do que seja infovis.

Dado que toda visualização direta que vemos pretende tornar visíveis padrões e relações entre os dados, esse objetivo certamente se alinha à infovis tal como se desenvolveu nos últimos 300 anos. Também é relevante notar que alguns dos mais conhecidos projetos de infovis dos últimos quinze anos têm uma abordagem de visualização direta. Isso é verdade no Cinema Redux e no Preservation of Selected Traces, além de outros projetos seminais que não discutirei em detalhes aqui, como o Talmud Project (David Small, 1999), o Valence (Ben Fry, 2001) e o TextArc (W. Bradford Paley, 2002). Isso significa que as pessoas intuitivamente os identificam como infovis mesmo quando eles não consistem em elementos vetoriais, mas em mídias (textos ou imagens). Outro exemplo é uma técnica Phrase Net que foi desenvolvida por Frank van Ham, Martin Wattenberg e Fernanda Viégas e premiada com um “Best Paper” na conferência 2009 do IEEE InfoVis que também opera com um paradigma da visualização direta<sup>xliv</sup>.

Isso significa que o que pode ser considerado o princípio fundamental da visualização de informação nesses primeiros três séculos – redução a primitivos gráficos – foram apenas uma escolha histórica particular, um artefato das tecnologias gráficas disponíveis? Penso que sim. Similarmente, o privilégio das variáveis espaciais em relação a outros parâmetros visuais também pode ter sido uma estratégia historicamente específica – mais do que o princípio essencial da infovis. As habilidades relativamente novas trazidas pelos gráficos de computador para controlar precisamente – isto é,

atribuir valor dentro de uma ampla gama – cor, transparência, textura e outros parâmetros visuais de qualquer parte de uma imagem nos permitem começar a usar esses parâmetros não-espaciais para representar as dimensões principais dos dados. Isso é muito comum na visualização científica, médica e na geovisualização – mas ainda não é na visualização de informação.

Por que a infovis continuou a se fiar em gráficos vetoriais gerados por computador nos anos 1999 e 2000 quando a velocidade com a qual os computadores poderiam renderizar imagens aumentou progressivamente? Talvez o fator principal tenha sido o foco na World Wide Web como plataforma preferida de publicação da visualização interativa. As tecnologias web tornaram relativamente fácil criar gráficos vetoriais e vídeo stream – mas não conseguem manter grande quantidade de tons contínuos (isto é, *raster*) em imagens em tempo real. Isso requer o uso de estações gráficas, um PC de alta performance com placa gráfica especial ou um console de jogos com processador gráfico otimizado, além do demorado desenvolvimento de software. Embora videogames e programas de animação 3D possam renderizar um impressionante número de pixels em tempo real, isso só pode ser alcançado por meio da escrita de códigos que acessem diretamente o hardware – algo que nem ambientes de programação de altíssimo nível, como o Processing e Flash/Flex podem fazer.

No entanto, enquanto a capacidade de processamento e a memória RAM continuam aumentando, as diferenças entre as capacidades gráficas de várias plataformas gráficas e os softwares estão gradualmente desaparecendo. Por exemplo, o programa ImagePlot<sup>xlv</sup>, que escrevi em 2009 usando ambiente de programação de alto nível tipo imageJ (aplicação de código aberto para processamento de imagem comumente empregada na ciência<sup>xlvi</sup>), pode conseguir imagens de 30000x4000 pixels que mostram 4535 capas da *Time* em poucos minutos no meu laptop Powerbook (processador: 2.8 Ghz Intel Core 2 Duo; memória: 4GB 1067 Mhz DDR3). (A maior parte do tempo foi gasta na redução do dimensionamento de todas as capas). O VisualSense<sup>xlvii</sup> é um software que desenvolvemos em 2009-2010 com o Laboratório de Análise Multimodal da Universidade Nacional de Singapura usando Flash/Flex, que permite que o usuário defina o número de gráficos e mude suas posições e seus tamanhos. Os gráficos podem usar primitivos vetoriais (pontos, círculos, retângulos) ou podem mostrar imagens reais – permitindo a construção interativa de visualizações

diretas. (Dependendo das especificações do computador, elas podem alcançar entre 500 e 1000 imagens sem ficar lentas). Finalmente, a aplicação HiperView<sup>xlvi</sup>, que desenvolvemos (também em 2009) com o Calit2, Centro de Visualização Gráfica e Realidade Virtual (GRAVITY), aproveita a resolução de 286 megapixel e a memória significativa do HIPerSpace e permite a manipulação interativa em tempo real de gráficos imagéticos que podem conter mais de 4000 imagens de qualquer tamanho.

Acredito que o método de visualização direta possa ser particularmente importante para as ciências humanas, os estudos de mídia e para instituições culturais que agora estão apenas começando a descobrir o uso da visualização, mas que eventualmente podem adotá-la como ferramenta básica para a pesquisa, o ensino e a exibição de artefatos culturais. (A primeira conferência sobre visualização nas ciências humanas foi no MIT em maio de 2010<sup>xlix</sup>). Os cientistas das humanas sempre tiveram seu foco na análise e na interpretação de detalhes dos textos culturais, fossem eles poemas, pinturas, composições musicais, arquitetura ou, mais recentemente, jogos de computador, trabalhos artísticos gerativos ou ambientes interativos. Essa é uma das grandes diferenças entre as humanidades e as ciências - ao menos, como elas foram feitas até agora. Os primeiros estavam interessados em artefatos particulares (que podem ser usados para exemplificar tendências maiores); os últimos estavam interessados em regras e modelos gerais.

Se os pesquisadores de ciências humanas começarem a usar sistematicamente a visualização para a pesquisa, o ensino e as apresentações públicas de artefatos e processos culturais, a habilidade de mostrar os artefatos em detalhes é crucial. Mostrar a mídia visual real em oposição a representá-la com primitivos gráficos ajuda o pesquisador a entender os significados e/ou as causas existentes por trás dos padrões que ele observa, tanto quanto descobrir padrões adicionais.

Embora a redução gráfica continue a ser usada, ela não é mais o único método possível. O desenvolvimento dos computadores e o progresso de sua capacidade de mídia, além dos ambientes de programação, agora torna possível um novo método de visualização que chamo de “visualização direta” – isto é, visualização sem redução<sup>1</sup>.



## Agradecimentos

A pesquisa do Software Studies Initiative reportada neste artigo se tornou possível graças ao generoso apoio do Instituto de Telecomunicação e Informação da Califórnia (Calit2), do UCSD's Centro de Pesquisa em Computação e Artes (CRCA), do UCSD Chancellor office e da Fundação National de Ciências Humanas (NEH). O desenvolvimento do software VisualSense teve o apoio do Mapping Asian Cultures Grant do Conselho Universitário de Pesquisa da Universidade Nacional de Singapura.

<sup>i</sup> Tradução de Ana Elisa Ribeiro (Doutora em Linguística Aplicada e professora do PPG em Estudos de Linguagens do CEFET-MG), Francis Arthuso Paiva (Doutorando em Estudos Linguísticos pela UFMG e professor do Colégio Técnico da mesma instituição) e Vinícius Martins de Freitas Rocha (Jornalista pela Estácio de Sá), com a autorização expressa de Lev Manovich.

<sup>ii</sup>Keim, D.A.; Mansmann, F.; Schneidewind, J.; Ziegler, H. Challenges in Visual Data Analysis. *Proceedings of Information Visualization (IV 2006)*, IEEE, p. 9-16, 2006.

<sup>iii</sup>Purchase, H. C.; Andrienko, N.; Jankun-Kelly, T. J.; Ward, M. Theoretical Foundations of Information Visualization, *Information Visualization: Human-Centered Issues and Perspectives*, A. Kerren; J. T. Stasko; J. Fekete; C. North (Eds). *Lecture Notes In Computer Science*, v. 4950. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, p. 46-64, 2008.

<sup>iv</sup> [www.theusrus.de/Mondrian](http://www.theusrus.de/Mondrian)

<sup>v</sup> Por exemplo: “In contrast to scientific visualization, information visualization typically deals with nonnumeric, nonspatial, and high-dimensional data.” Chen, C. Top 10 Unsolved Information Visualization Problems, *IEEE Computer Graphics and Applications*, v. 25, n. 4, p. 12-16, July-Aug, 2005. [Em contraste com a visualização científica, a visualização de informação lida tipicamente com dados não-numéricos, não-espaciais e bem-definidos.]

<sup>vi</sup> [www.research.ibm.com/visual/projects/history\\_flow](http://www.research.ibm.com/visual/projects/history_flow)

<sup>vii</sup> <http://www.aaronkoblin.com/work/flightpatterns>

<sup>viii</sup> <http://processing.org>

<sup>ix</sup> <http://prefuse.org>

<sup>x</sup> [http://britton.disted.camosun.bc.ca/beck\\_map.jpg](http://britton.disted.camosun.bc.ca/beck_map.jpg)

<sup>xi</sup> TUFTE, Edward. *The Visual Display of Quantitative Information*. Cheshire, CT: Graphics Press, 1983. TUFTE, Edward. *Envisioning Information*. Cheshire, CT: Graphics Press, 1990. TUFTE, Edward. *Visual Explanations: Images and Quantities, Evidence and Narrative*. Cheshire, CT: Graphics Press, 1997. TUFTE, Edward. *Beautiful Evidence*. Cheshire, CT: Graphics Press, 2006.

<sup>xii</sup> Algumas definições de visualização de informação da literatura recente estão disponíveis em <[http://www.infovis-wiki.net/index.php?title=Information\\_Visualization](http://www.infovis-wiki.net/index.php?title=Information_Visualization)>

<sup>xiii</sup> [www.math.yorku.ca/SCS/Gallery/milestone/sec5.html](http://www.math.yorku.ca/SCS/Gallery/milestone/sec5.html)

<sup>xiv</sup> Philip Ball, *Critical Mass*. London: Arrow Books, 2004. Pp. 64-65.

<sup>xv</sup> FRIENDLY, Michael; DENIS, Daniel J. Milestones in the History of Thematic Cartography, Statistical Graphics, and Data Visualization, section 5 < [www.math.yorku.ca/SCS/Gallery/milestone/sec5.html](http://www.math.yorku.ca/SCS/Gallery/milestone/sec5.html)>.

<sup>xvi</sup> The historical data is from [www.math.yorku.ca/SCS/Gallery/milestone/sec4.html](http://www.math.yorku.ca/SCS/Gallery/milestone/sec4.html).

<sup>xvii</sup> <http://benfry.com/distellamap/>.

<sup>xviii</sup> <http://marumushi.com/projects/flickrgraph>.

<sup>xix</sup> <http://ivl.slis.indiana.edu/research/>

<sup>xx</sup> <http://www.edwardtufte.com/tufte/minard>

<sup>xxi</sup> [www.visualcomplexity.com/vc/project.cfm?id=696](http://www.visualcomplexity.com/vc/project.cfm?id=696).

<sup>xxii</sup> [www.google.com/trends](http://www.google.com/trends).

<sup>xxiii</sup> Um caso importante que não se enquadra na minha análise é a utilização de tons e cores diferentes para representar as elevações de terreno e relevo em mapas topográficos impressos já no século XVIII. Nesses mapas, dados de códigos qualitativos de tom e cor são dados em vez de categorias.

<sup>xxiv</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Tag\\_cloud](http://en.wikipedia.org/wiki/Tag_cloud).

<sup>xxv</sup> Como exemplo, o software *open source* de visualização de dados Mondrian 1.0 que rodava em meu laptop Apple PowerBook de 2009 com um processador de 2.8 Ghz e 4 GB de memória RAM leva aproximadamente sete segundos para renderizar um gráfico de dispersão contendo um milhão de pontos.

<sup>xxvi</sup> Muitos exemplos adicionais de visualização direta podem ser encontrados no campo da animação gráfica – títulos e gráficos de filmes e TV, comerciais e vídeos musicais. Em muitas animações gráficas, textos ou imagens são animados para criar padrões de sentidos que mudam dinamicamente a partir desses objetos de mídia.

<sup>xxvii</sup> <http://www.brendandawes.com/sketches/redux/>

<sup>xxviii</sup> <http://benfry.com/traces/>

<sup>xxix</sup> Criei algumas visualizações que mostram um livro inteiro na mesma imagem :

<http://www.flickr.com/photos/culturevis/sets/72157615900916808/>

<sup>xxx</sup> <http://www.earstudio.com/projects/listeningpost.html>

<sup>xxxi</sup> Para ver sua taxonomia dos métodos de exibição de rede, escolha “filter by method” em [www.visualcomplexity.com/vc/](http://www.visualcomplexity.com/vc/)

<sup>xxxii</sup> <http://en.wikipedia.org/wiki/Synecdoche>

<sup>xxxiii</sup> <http://www.itstbeenreal.co.uk/index.php?/wwwwords/about-this-project>

<sup>xxxiv</sup> <http://www.turbulence.org/Works/song>

<sup>xxxv</sup> <http://lab.softwarestudies.com/2008/09/cultural-analytics.html>

<sup>xxxvi</sup> [http://vis.ucsd.edu/mediawiki/index.php/Research\\_Projects:\\_HIPerSpace](http://vis.ucsd.edu/mediawiki/index.php/Research_Projects:_HIPerSpace)

<sup>xxxvii</sup> [www.calit2.net](http://www.calit2.net)

xxxviii <http://www.flickr.com/photos/culturevis/4038907270/in/set-72157624959121129>

xxxix <http://www.flickr.com/photos/culturevis/sets/72157623862293839>

xl <http://www.flickr.com/photos/culturevis/4497385883/in/set-72157624959121129>

xli <http://www.flickr.com/photos/culturevis/3951496507/in/set-72157622525012841>

xlii Vários cientistas da computação exploraram uma técnica relacionada para navegar em coleções de imagens em que uma parte da coleção é mostrada em um formato de “gráfico de imagem”. (Para um resumo desse trabalho, ver S. Marchand-Maillet, E. Bruno, State of the Art Image Collection Overviews and Browsing (2006), p. 5. <[www.multimatch.org/docs/publicdels/D1.1.2.pdf](http://www.multimatch.org/docs/publicdels/D1.1.2.pdf)>. Na maioria das pesquisas reportadas, as imagens são organizadas por similaridade visual, que é calculada por análise computacional. Enquanto essa estratégia é, muitas vezes, útil para a análise de padrões culturais, em muitos casos, como o das capas da *Time*, o que queremos analisar é como os recursos visuais variam ao longo do tempo. Por isso usamos os metadados originais (isto é, datas de publicação) em um eixo e a medida de um ou mais recursos visuais (neste caso, a saturação) no segundo eixo.

xliiii O artigo está disponível em [www.manovich.net](http://www.manovich.net)

xliv Frank van Ham, Martin Wattenberg, Fernanda B. Viégas, Mapping Text with Phrase Nets, IEEE InfoVis 2009.

xlv [www.flickr.com/photos/culturevis/sets/72157617847338031](http://www.flickr.com/photos/culturevis/sets/72157617847338031)

xlvi <http://rsbweb.nih.gov/ij>

xlvii [www.flickr.com/photos/culturevis/sets/72157623553747882](http://www.flickr.com/photos/culturevis/sets/72157623553747882)

xlviii <http://lab.softwarestudies.com/2008/09/cultural-analytics.html>

xlix [hyperstudio.mit.edu/h-digital](http://hyperstudio.mit.edu/h-digital)

<sup>1</sup> É possível, no entanto, que nossas interfaces interativas para visualização sejam eficazes precisamente porque elas permitem certas reduções de função. Refiro-me em particular ao comando de zoom. Fazemos zoom na visualização direta como a das capas da *Time* para examinar detalhes de capas específicas. Desfazemos o zoom para ver tendências gerais. Quando fazemos isso, as imagens são gradualmente reduzidas de tamanho, tornando-se eventualmente pequenos pontos coloridos.

Este artigo e todo o conteúdo da **Estudos em Jornalismo e Mídia** estão disponíveis em <http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/jornalismo/index>

**Estudos em Jornalismo e Mídia** está sob a [Licença Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).