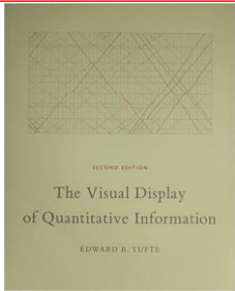


The Visual Display of Quantitative Information



José Remo Ferreira Brega
remo.brega@unesp.br

01/05/2023

1

The Visual Display of Quantitative Information	
PRÁTICA GRÁFICA	Excelência Gráfica
	Integridade Gráfica
TEORIA DOS GRÁFICOS DE DADOS	Fontes de Integridade Gráfica e Sofisticação
	Tinta de Dados e Redesign Gráfico
	Lixo Gráfico: Vibrações, Grades e Patos
	Maximização de Dados de Tinta e Design Gráfico
	Elementos Gráficos Multifuncionais
	Densidade de Dados e Múltiplos Pequenos
	Estética e Técnica em Design de Gráficos de Dados

2

Excelência Gráfica

- As exibições gráficas devem:
 - Mostrar os dados;
 - Fazer pensar sobre o conteúdo, não sobre a forma;
 - Evitar distorções;
 - Mostrar muitos números em pouco espaço;
 - Tornar grandes conjuntos de informação coerentes;
 - Levar à comparação entre trechos de dados diferentes;
 - Revelar dados em vários níveis de detalhe;
 - Servir a um propósito claro; e
 - Se integrar com descrições verbais sobre os dados.

3

Excelência Gráfica

- Quarteto de Anscombe

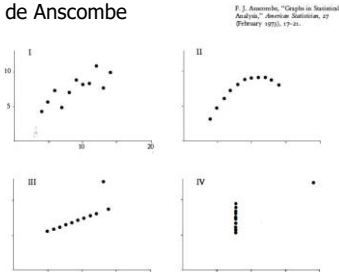
I		II		III		IV	
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
10.0	8.04	10.0	9.14	10.0	7.46	8.0	6.58
8.0	6.95	8.0	8.14	8.0	6.77	8.0	5.76
13.0	7.58	13.0	8.74	13.0	12.74	8.0	7.71
9.0	8.81	9.0	8.77	9.0	7.11	8.0	8.84
11.0	8.33	11.0	9.26	11.0	7.81	8.0	8.47
14.0	9.96	14.0	8.10	14.0	8.84	8.0	7.04
6.0	7.24	6.0	6.13	6.0	6.08	8.0	5.25
4.0	4.26	4.0	3.10	4.0	5.39	19.0	12.50
12.0	10.84	12.0	9.13	12.0	8.15	8.0	5.56
7.0	4.82	7.0	7.26	7.0	6.42	8.0	7.91
5.0	5.68	5.0	4.74	5.0	5.73	8.0	6.89

N = 11
mean of X's = 9.0
mean of Y's = 7.5
equation of regression line: $Y = 3 + 0.5X$
standard error of estimate of slope = 0.118
 $t = 4.24$
sum of squares $X - \bar{X} = 110.0$
regression sum of squares = 27.50
residual sum of squares of Y = 13.75
correlation coefficient = .82
 $r^2 = .67$

4

Excelência Gráfica

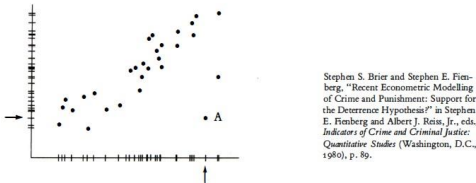
- Quarteto de Anscombe



5

Excelência Gráfica

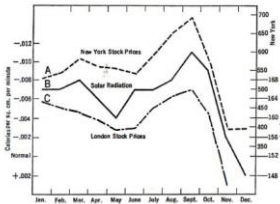
- Um gráfico revela facilmente o ponto A, uma observação inédita que dominará os cálculos estatísticos padrão.



6

Excelência Gráfica

Uma teoria boba significa um gráfico bobo:



A. New York stock prices (Baron's average). B. Solar Radiation, inverted, and C. London stock prices, all by months, 1929 (after Garcia-Mata and Shaffer).

The Visual Display of Quantitative Information

Excelência Gráfica

7

7

Excelência Gráfica

Vamos nos voltar para a prática da excelência gráfica, a comunicação eficiente de ideias quantitativas complexas.

A excelência, quase sempre de natureza multivariada, é ilustrada aqui para projetos gráficos fundamentais:

- Mapas de dados;
- Séries temporais;
- Narrativas de espaço-tempo; e
- Gráficos relacionais

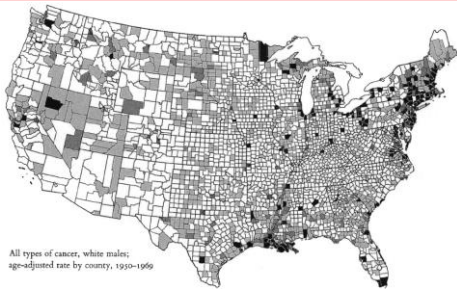
The Visual Display of Quantitative Information

Excelência Gráfica

8

8

Mapas de Dados



The Visual Display of Quantitative Information

Excelência Gráfica

9

9

Mapas de Dados

- Na geração, mais de 21.000 números;
- (3.056 condados x 7 valores por condado)
- Várias formas de se olhar para o gráfico;
- Altas taxas de mortalidade ao norte
- Baixas taxas ao sul
- Pontos de pico espalhados pelo mapa (quais causas e padrões?)
- A densidade demográfica não é uniforme.

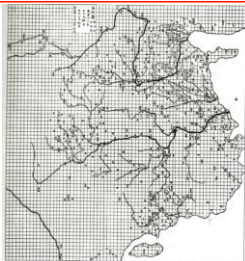
The Visual Display of Quantitative Information

Excelência Gráfica

10

10

Mapas de Dados



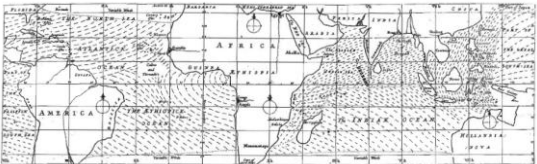
The Visual Display of Quantitative Information

Excelência Gráfica

11

11

Mapas de Dados



The Visual Display of Quantitative Information

Excelência Gráfica

12

12

Mapas de Dados



The Visual Display of Quantitative Information

Excelência Gráfica

13

13

Séries Temporais

- As séries temporais são a forma mais utilizada de design gráfico.
- Um dos eixos representa alguma unidade de tempo.
- A unidade de tempo deve ser medida em intervalos regulares.

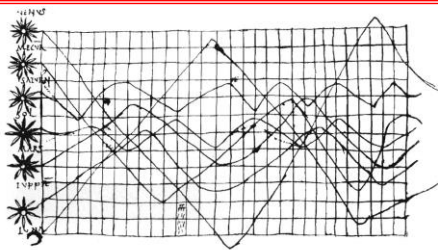
The Visual Display of Quantitative Information

Excelência Gráfica

14

14

Séries Temporais



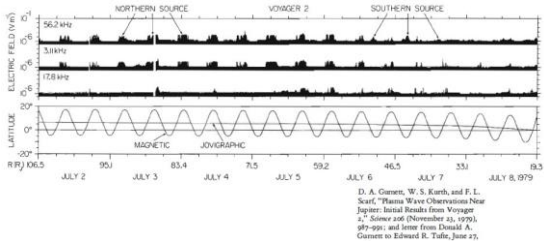
The Visual Display of Quantitative Information

Excelência Gráfica

15

15

Séries Temporais



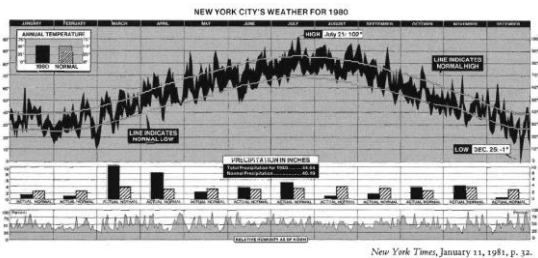
The Visual Display of Quantitative Information

Excelência Gráfica

16

16

Séries Temporais



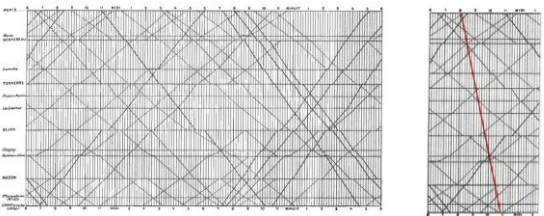
The Visual Display of Quantitative Information

Excelência Gráfica

17

17

Séries Temporais



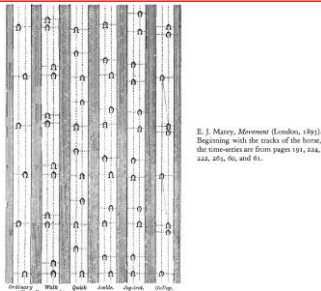
The Visual Display of Quantitative Information

Excelência Gráfica

18

18

Séries Temporais



The Visual Display of Quantitative Information

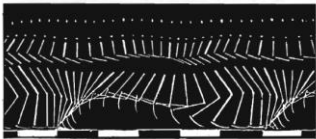
Excelência Gráfica

19

19

Séries Temporais

Marey's man in black velvet, photographed in stick-figure images, became the time-series forerunner of Marcel Duchamp's *Nude Descending a Staircase*.



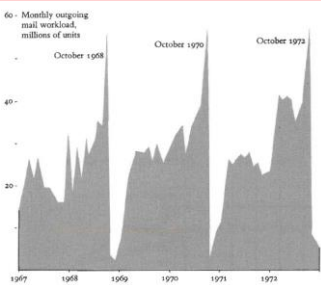
The Visual Display of Quantitative Information

Excelência Gráfica

20

20

Séries Temporais



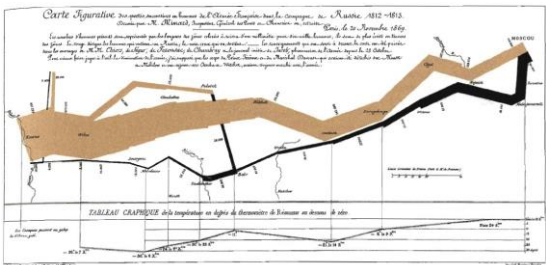
The Visual Display of Quantitative Information

Excelência Gráfica

21

21

Narrativas de Espaço-Tempo



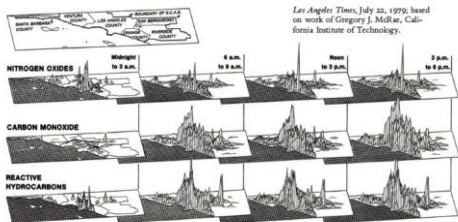
The Visual Display of Quantitative Information

Excelência Gráfica

22

22

Narrativas de Espaço-Tempo



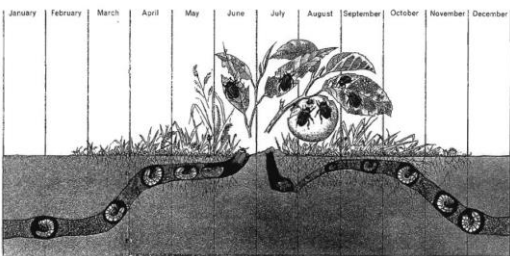
The Visual Display of Quantitative Information

Excelência Gráfica

23

23

Narrativas de Espaço-Tempo



The Visual Display of Quantitative Information

Excelência Gráfica

24

24

Projetos mais abstratos: gráficos relacionais

- Relação entre dois valores.
- Representam grandezas econômicas, físicas e outras, não associando diretamente com tempo e coordenadas geográficas.
- Ruptura da analogia com o mundo físico.
- Surgimento de diversas formas de gráficos, desde o gráfico de pizza até o scatterplot (gráfico de dispersão).

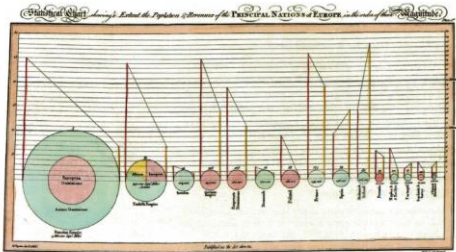
The Visual Display of Quantitative Information

Excelência Gráfica

25

25

Projetos mais abstratos: gráficos relacionais



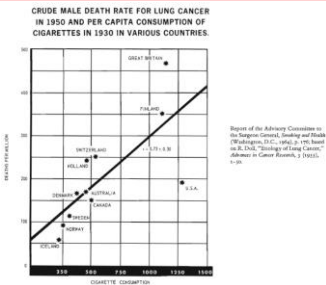
The Visual Display of Quantitative Information

Excelência Gráfica

26

26

Projetos mais abstratos: gráficos relacionais



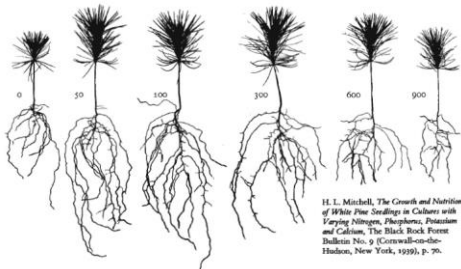
The Visual Display of Quantitative Information

Excelência Gráfica

27

27

Projetos mais abstratos: gráficos relacionais



The Visual Display of Quantitative Information

Excelência Gráfica

28

28

Princípios da Excelência Gráfica

- A excelência gráfica é a apresentação bem projetada de dados interessantes - uma questão de substância, de estatística e de design.
- A excelência gráfica consiste em ideias complexas comunicadas com clareza, precisão e eficiência.
- A excelência gráfica é aquela que oferece ao espectador o maior número de ideias no menor tempo possível, com menos tinta no menor espaço.
- A excelência gráfica é quase sempre multivariada.
- E a excelência gráfica requer dizer a verdade sobre os dados.

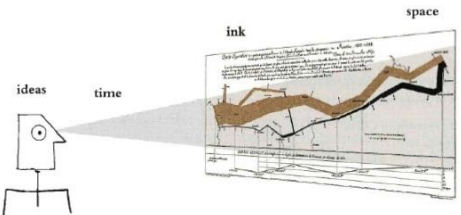
The Visual Display of Quantitative Information

Excelência Gráfica

29

29

Princípios da Excelência Gráfica



The Visual Display of Quantitative Information

Excelência Gráfica

30

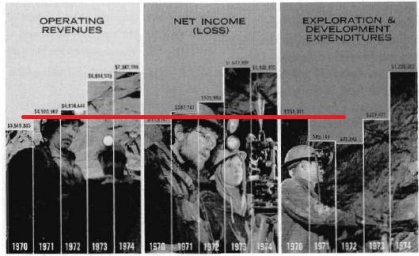
30

Integridade Gráfica

- ❑ Para muitos, a primeira palavra que vem à mente quando pensam em gráficos estatísticos é "mentira".
- ❑ Sem dúvida, alguns gráficos distorcem os dados subjacentes, dificultando o aprendizado da verdade.
- ❑ Muito do pensamento do século XX sobre gráficos estatísticos tem se preocupado com a questão de como algum gráfico amador pode enganar um espectador ingênuo.
- ❑ No final dos anos 1960, John Tukey tornou os gráficos estatísticos respeitáveis, pondo fim à visão de que os gráficos eram apenas para decorar alguns números.

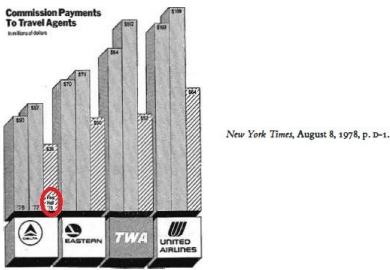
31

Integridade Gráfica



32

Integridade Gráfica



33

O que é distorção em um gráfico de dados?

- ❑ Um gráfico não distorce se a representação visual dos dados é consistente com a representação numérica.
- ❑ Como sabemos que a imagem visual representa os números subjacentes?
- ❑ Dadas as dificuldades de percepção, o melhor que podemos esperar é alguma uniformidade nos gráficos (se não nos observadores) e alguma garantia de que os observadores têm uma boa chance de acertar os números.

34

O que é distorção em um gráfico de dados?

- ❑ Dois princípios levam a esses objetivos e, consequentemente, aprimoram a integridade gráfica:
 1. A representação dos números, medida fisicamente na superfície do gráfico, deve ser diretamente proporcional às quantidades numéricas representadas.
 2. Rotulagem clara, detalhada e completa, caso ele use para derrotar a distorção gráfica e a ambiguidade. Escreva explicações sobre os dados no próprio gráfico. Rotule eventos importantes nos dados.

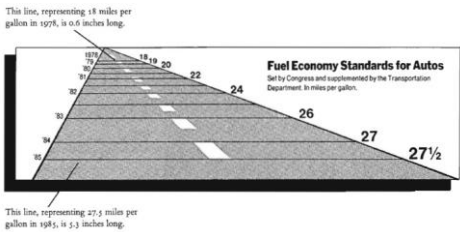
35

O que é distorção em um gráfico de dados?

- ❑ Violações do primeiro princípio constituem uma forma de deturpação gráfica, medida pelo Fator de Mentira (FM).
- ❑ $FM = \frac{\text{Tamanho do efeito no gráfico}}{\text{Tamanho no efeito dos dados}}$
- ❑ Se o FM for igual a um, o gráfico poderá estar executando um trabalho razoável ao representar com precisão os números subjacentes.
- ❑ Na prática, quase todas as distorções envolvem superestimação, e fatores de mentira de dois a cinco não são incomuns.

36

O que é distorção em um gráfico de dados?



The Visual Display of Quantitative Information

Integridade Gráfica

37

37

O que é distorção em um gráfico de dados?

- Aumento da eficiência: 53%.
- Aumento nas linhas do gráfico:783%.
- Fator de mentira: 783/53 = 14,8.
- A perspectiva distorce ainda mais os dados.
- O gráfico mentiroso esconde a estagnação dos padrões após 1983.

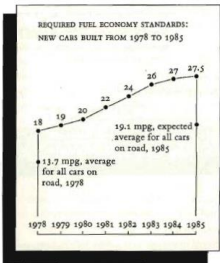
The Visual Display of Quantitative Information

Integridade Gráfica

38

38

O que é distorção em um gráfico de dados?



The Visual Display of Quantitative Information

Integridade Gráfica

39

39

Design e variação de dados

- Cada parte de um gráfico gera expectativas visuais sobre suas outras partes.
- Na economia da percepção gráfica, essas expectativas geralmente determinam o que o olho vê.
- O engano resulta da extrapolação incorreta das expectativas visuais geradas em um local do gráfico para outros locais.

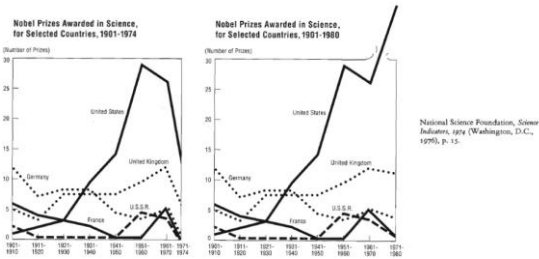
The Visual Display of Quantitative Information

Integridade Gráfica

40

40

Design e variação de dados



The Visual Display of Quantitative Information

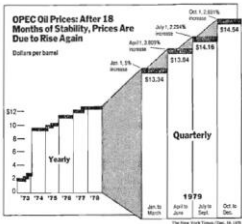
Integridade Gráfica

41

41

Design e variação de dados

- Mostrar variação de dados, não variação de design



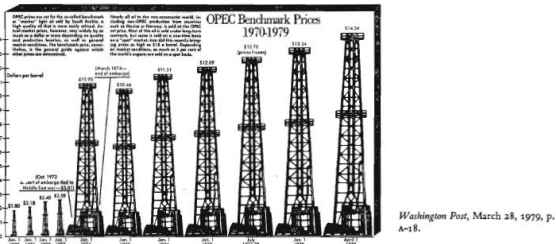
The Visual Display of Quantitative Information

Integridade Gráfica

42

42

Design e variação de dados



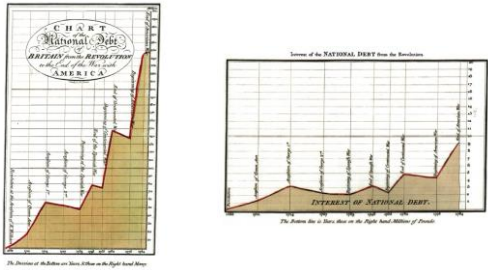
The Visual Display of Quantitative Information

Integridade Gráfica

43

43

O caso de gastos governamentais disparados



The Visual Display of Quantitative Information

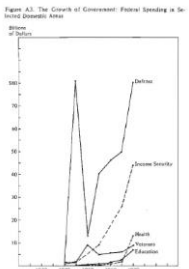
Integridade Gráfica

44

44

O caso de gastos governamentais disparados

- Sequência de tempo envolvendo dinheiro: deve-se usar valores corrigidos pela inflação para ter uma moeda uniforme.
- Nas exibições de moeda das séries temporais, as unidades de medida monetária desinfladas e padronizadas são quase sempre melhores que as unidades nominais.



The Visual Display of Quantitative Information

Integridade Gráfica

45

45

Área Visual e Medida Numérica

- Outra forma de confundir a variação de dados com a variação de design é o uso de áreas para dados unidimensionais.
- O número de dimensões na figura não deve exceder o número de dimensões (variáveis) dos dados.

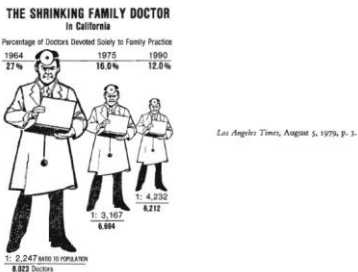
The Visual Display of Quantitative Information

Integridade Gráfica

46

46

Área Visual e Medida Numérica



The Visual Display of Quantitative Information

Integridade Gráfica

47

47

Área Visual e Medida Numérica



The Visual Display of Quantitative Information

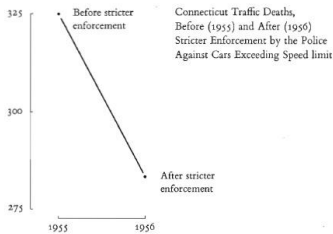
Integridade Gráfica

48

48

Contexto é Essencial para a Integridade Gráfica

Os gráficos não devem citar dados fora de contexto.

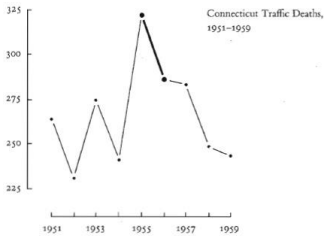


The Visual Display of Quantitative Information Integridade Gráfica 49

49

Contexto é Essencial para a Integridade Gráfica

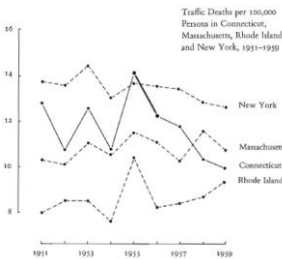
A few more data points add immensely to the account:



The Visual Display of Quantitative Information Integridade Gráfica 50

50

Contexto é Essencial para a Integridade Gráfica



The Visual Display of Quantitative Information Integridade Gráfica 51

51

Fontes de Integridade Gráfica e Sofisticação

- Por que os artistas desenham gráficos que mentem?
- Por que os principais jornais e revistas do mundo os publicam?
- Embora o preconceito e os estereótipos sejam a origem de mais do que algumas distorções gráficas, as principais causas do trabalho gráfico inepto podem ser encontradas nas habilidades, atitudes e estrutura organizacional predominantes entre aqueles que projetam e editam gráficos estatísticos.

The Visual Display of Quantitative Information Fontes de Integridade Gráfica e Sofisticação 52

52

Falta de habilidades quantitativas de artistas profissionais

- Quase todos os que produzem gráficos para publicação em massa são treinados exclusivamente em artes plásticas e têm pouca experiência com a análise de dados.
- Essa experiência é essencial para obter precisão e graça na presença de estatísticas, mas mesmo os livros didáticos de design gráfico são silenciosos sobre como pensar em números.
- Quem se destaca é quem embeleza os dados, não importa a integridade estatística.

The Visual Display of Quantitative Information Fontes de Integridade Gráfica e Sofisticação 53

53

A doutrina de que os dados estatísticos são chatos

- Os gráficos ineptos também florescem porque muitos artistas gráficos acreditam que as estatísticas são chatas e entediantes.
- A doutrina dos dados chatos serve a fins políticos, ajudando a promover certos interesses.
- Os gráficos de dados são colocados sob controle de artistas. E a medida que a burocracia da arte cresce, o estilo substitui o conteúdo.
- Se as estatísticas são chatas, você tem os números errados. Encontrar os números certos requer tanta habilidade estatística especializada.

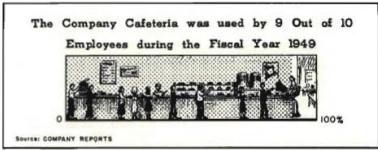
The Visual Display of Quantitative Information Fontes de Integridade Gráfica e Sofisticação 54

54

A doutrina de que os gráficos são apenas para o leitor não sofisticado

- Muitos acreditam que as exibições gráficas devem desviar e divertir as pessoas que acham as palavras do texto muito difíceis. Por ex.:
 - Descrição do design de sua nova revista de consumo para crianças: "Tínhamos medo de que as crianças ficassem sobrecarregadas por muitos fatos".
 - Os gráficos destinam-se mais a desviar a atenção do leitor da publicidade do que a explicar as notícias em detalhes. "Ao contrário dos anúncios".
 - Os gráficos devem ser compreensíveis instantaneamente: "Se você precisar explicar, não use".

A doutrina de que os gráficos são apenas para o leitor não sofisticado



Mary Eleanor Spear, *Charting Statistics* (New York, 1952), p. 5, who appropriately describes this as an "unnecessary chart."

As consequências

- Informação de White sobre a escrita também se aplica aos gráficos estatísticos:
 - "Ninguém pode escrever decentemente quem desconfia da inteligência do leitor ou cuja atitude é condescendente"
- A falta de gráficos e seu público, juntamente com a falta de habilidades quantitativas entre os ilustradores, tem consequências mortais para o trabalho gráfico:
 - Designs superdecorados e simplistas,
 - Conjuntos de dados minúsculos e
 - Grandes mentiras.

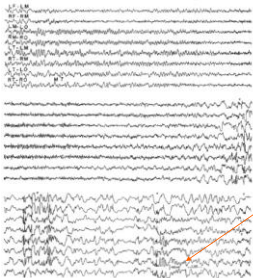
Tinta de Dados e Redesign Gráfico

- Os gráficos de dados devem chamar a atenção do espectador para o sentido e a substância dos dados, e não para outra coisa.
- A forma gráfica dos dados deve apresentar o conteúdo quantitativo.
- O princípio é a base para uma teoria dos gráficos de dados.
- Acima de tudo, mostre os dados.

Data-Ink

- Uma grande parcela de tinta em um gráfico deve apresentar informações de dados, a tinta mudando conforme os dados mudam.
- A tinta de dados é o núcleo não apagável de um gráfico, a tinta não redundante organizada em resposta à variação nos números representados.
- Razão de Tinta de Dados – TD.
- $TD = \frac{\text{Tinta para os dados}}{\text{Total de tinta para o gráfico}}$

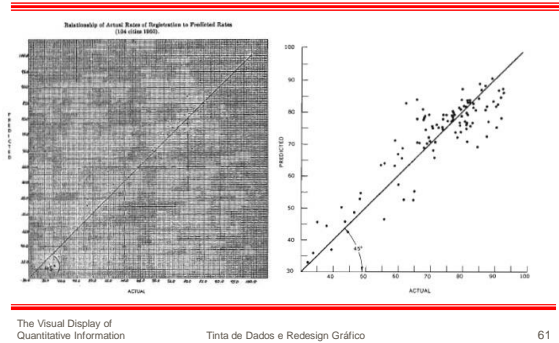
Data-Ink



Observe a escala

Kenneth A. Ekin, *Fundamentals of Ekinomorphology* (New York, 1971), p. 110.

Data-Ink



Maximizando a quota de tinta para os dados

- Quanto maior a participação da tinta de um gráfico dedicada aos dados, melhor.
- **Maximize a taxa de dados e tinta, dentro do razoável.**
- Cada pequena porção de tinta em um gráfico requer um motivo. E quase sempre esse motivo deve ser o fato de a tinta apresentar novas informações.
- O princípio faz sentido e gera conselhos gráficos razoáveis:
 - Talvez seja útil para dois terços de todos os gráficos estatísticos;
 - Para os outros, a proporção está mal definida ou simplesmente não é apropriada.

The Visual Display of Quantitative Information

Tinta de Dados e Redesign Gráfico

62

Dois princípios de apagamento

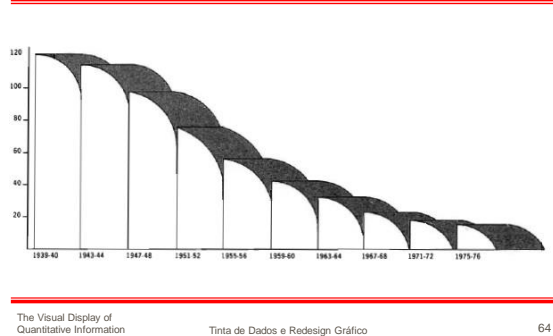
- O outro lado do aumento da proporção de tinta de dados é um princípio de apagamento:
- **Apague a tinta sem dados, dentro do razoável.**
- A tinta que falha ao descrever informações estatísticas não interessa muito ao visualizador de um gráfico.
- Essa tinta sem dados atrapalha os dados, como no caso de uma malha grossa de linhas de grade.
- É surpreendente, com que frequência os próprios dados podem servir como seu próprio palco.

The Visual Display of Quantitative Information

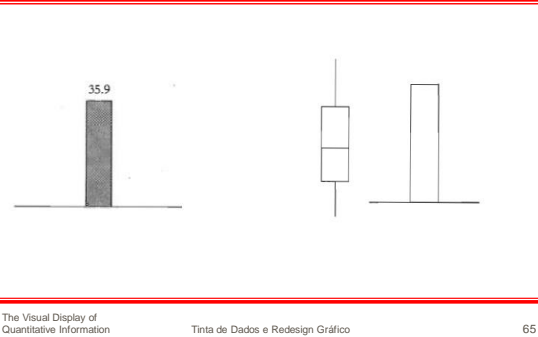
Tinta de Dados e Redesign Gráfico

63

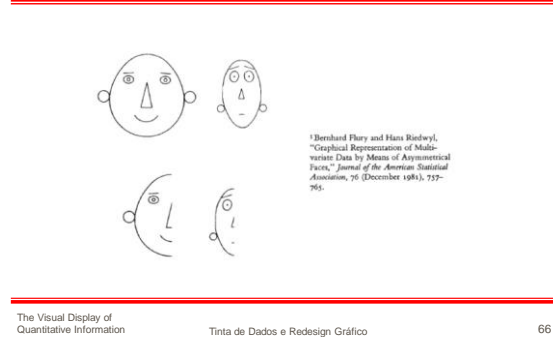
Dois princípios de apagamento



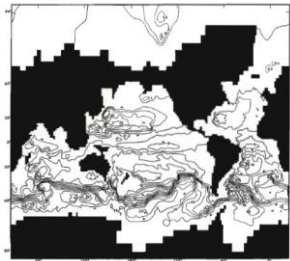
Dois princípios de apagamento



Dois princípios de apagamento



Dois princípios de apagamento



The Visual Display of Quantitative Information

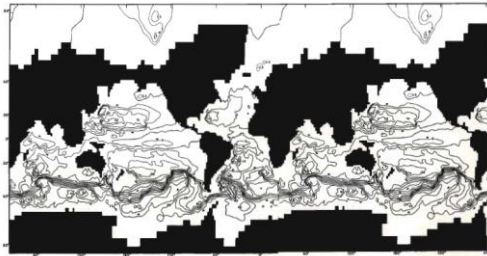
Tinta de Dados e Redesign Gráfico

67

67

Dois princípios de apagamento

Apague tinta de dados redundantes, dentro do razoável.



The Visual Display of Quantitative Information

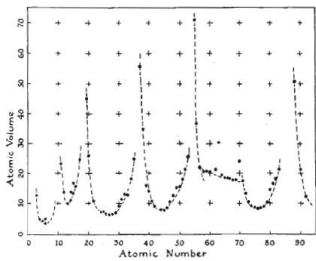
Tinta de Dados e Redesign Gráfico

68

68

Aplicação dos princípios na edição e redesenho

Revise e edite



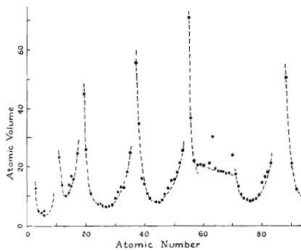
The Visual Display of Quantitative Information

Tinta de Dados e Redesign Gráfico

69

69

Aplicação dos princípios na edição e redesenho



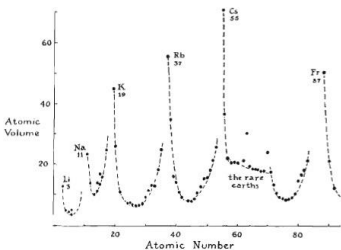
The Visual Display of Quantitative Information

Tinta de Dados e Redesign Gráfico

70

70

Aplicação dos princípios na edição e redesenho



The Visual Display of Quantitative Information

Tinta de Dados e Redesign Gráfico

71

71

Chartjunk: Vibrações, Grades e Patos

- O objetivo da decoração varia:
 - Tornar o gráfico mais científico e preciso;
 - Animar a exibição; e
 - Dar ao designer a oportunidade de exercitar habilidades artísticas.
- Felizmente, a maioria dos chartjunk não envolve considerações artísticas:
 - Linhas de grade sobrecarregadas e marcações em excesso;
 - Representações redundantes dos dados mais simples; e
 - Detritos da plotagem de computadores e muitos dos dispositivos que geram variação de design.

The Visual Display of Quantitative Information

Chartjunk: Vibrações, Grades e Patos

72

72

Chartjunk: Vibrações, Grades e Patos

- Como ervas daninhas, muitas variedades de lixo de gráfico florescem.
- Aqui, três tipos comuns encontrados no trabalho de pesquisa científica e técnica são catalogados:
 - Arte óptica não intencional;
 - A temida grade; e
 - O pato gráfico autopromocional.

73

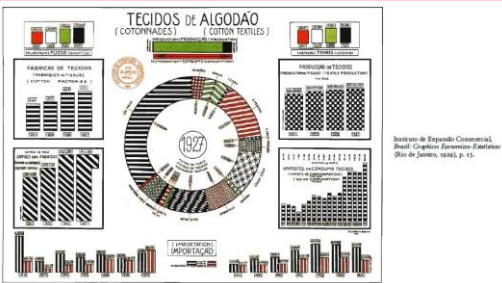
Arte óptica não-intencional

- A arte óptica contemporânea depende de efeitos de moiré, nos quais o design interage com o tremor fisiológico do olho para produzir a aparência perturbadora de vibração e movimento.



74

Arte óptica não-intencional



75

Arte óptica não-intencional

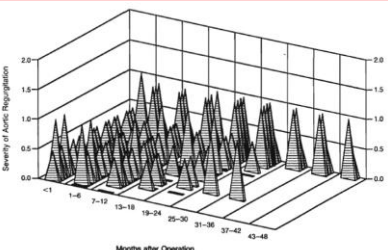
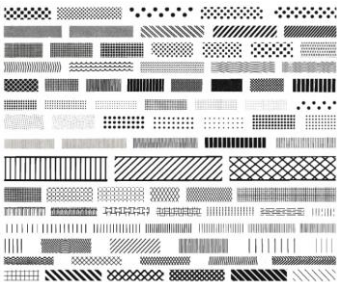


Figure 2. Serial Echocardiographic Assessments of the Severity of Regurgitation in the Pulmonary Aorticraft in 21 Patients. The numerical grades were assigned according to the severity of regurgitation, as follows: 0, none; 0.5, mild; 1.0 to 1.5, mod; 2.0, moderate; and 2.5, severe.

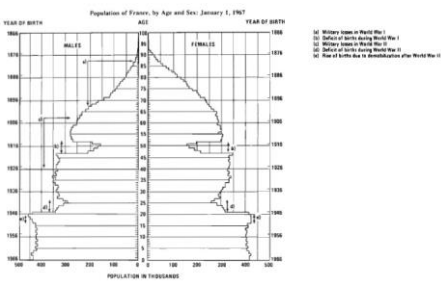
76

Arte óptica não-intencional



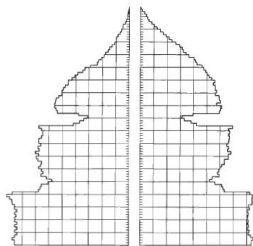
77

A Grade



78

A Grade



Based on data in Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques, *Annuaire statistique de la France, 1968* (Paris, 1968), pp. 32-33; redrawn in Henry S. Shryock and Jacob S. Siegel, *The Methods and Materials of Demography* (Washington, D.C., 1971), vol. 1, 242.

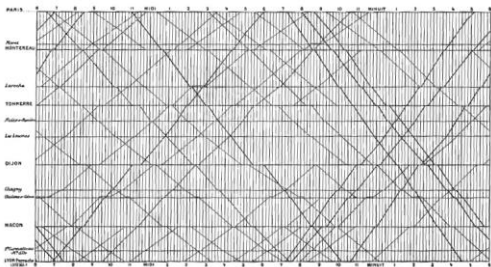
The Visual Display of Quantitative Information

Chartjunk: Vibrações, Grades e Patos

79

79

A Grade



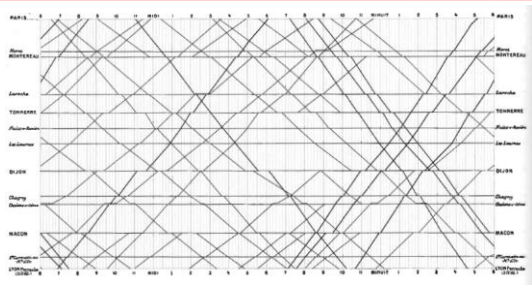
The Visual Display of Quantitative Information

Chartjunk: Vibrações, Grades e Patos

80

80

A Grade



The Visual Display of Quantitative Information

Chartjunk: Vibrações, Grades e Patos

81

81

Gráficos de autopromoção: o Pato

- Quando um gráfico:
 - É tomado por formas decorativas ou detritos de computador;
 - Quando os dados medem estruturas e se tornam Elementos de Design;
 - Quando o design geral fornece Estilo Gráfico em vez de informações quantitativas
- Esse gráfico pode ser chamado de pato em homenagem à forma de loja pato, "Big Duck".

The Visual Display of Quantitative Information

Chartjunk: Vibrações, Grades e Patos

82

82

Gráficos de autopromoção: o Pato



Big Duck, Flushing, New York, photograph by Edward Tufte, July 2000.

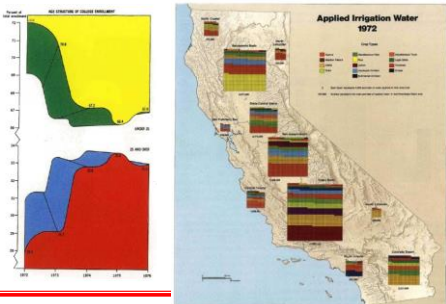
The Visual Display of Quantitative Information

Chartjunk: Vibrações, Grades e Patos

83

83

Gráficos de autopromoção: o Pato



William L. Rubei, et al., *The California Water War* (Berkeley, 1978, 1979), p. 30.

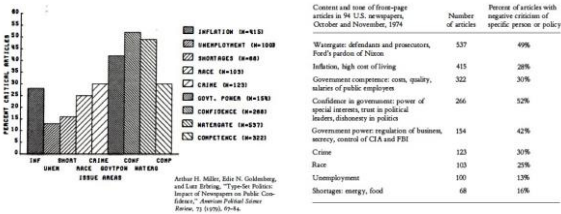
The Visual Display of Quantitative Information

Chartjunk: Vibrações, Grades e Patos

84

84

Gráficos de autopromoção: o Pato



The Visual Display of Quantitative Information

Chartjunk: Vibrações, Grades e Patos

85

85

Maximização de Tinta de Dados e Design Gráfico

- Até agora, os princípios de maximização da tinta e apagamento de dados ajudaram a gerar uma série de opções no processo de revisão gráfica.
- As ideias podem ir além dos detalhes e particularidades da edição?
- É possível fazer o que uma teoria dos gráficos deve fazer, ou seja, derivar novas formas gráficas?

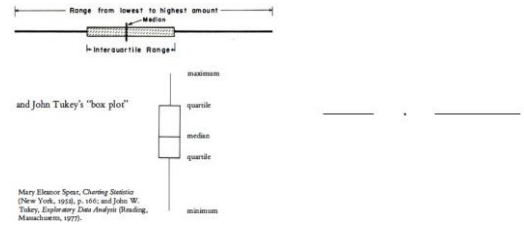
The Visual Display of Quantitative Information

Maximização de Tinta de Dados e Design Gráfico

86

86

Redesenho do Box Plot



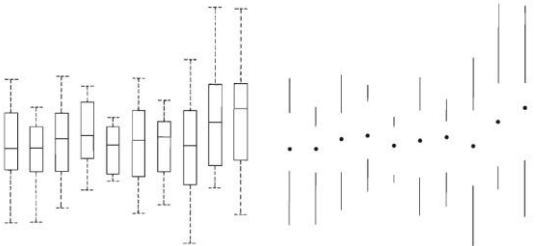
The Visual Display of Quantitative Information

Maximização de Tinta de Dados e Design Gráfico

87

87

Redesenho do Box Plot



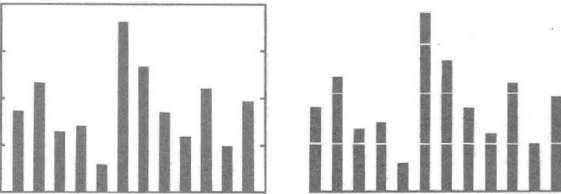
The Visual Display of Quantitative Information

Maximização de Tinta de Dados e Design Gráfico

88

88

Redesenho do Gráfico de Barras / Histograma



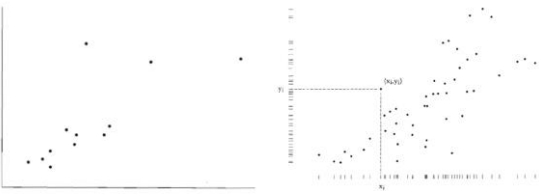
The Visual Display of Quantitative Information

Maximização de Tinta de Dados e Design Gráfico

89

89

Redesenho do Scatterplot



The Visual Display of Quantitative Information

Maximização de Tinta de Dados e Design Gráfico

90

90

Conclusão

- Os projetos transformados são melhores?
 - Eles são necessariamente melhores dentro dos princípios da teoria.
 - Os gráficos quase sempre melhoram à medida que passam pela edição, revisão e teste em diferentes opções de design.
 - Depois, há o público: aqueles que olham para os novos designs ficarão confusos? Alguns dos projetos são autoexplicativos, como no caso do quadro de alcance.
 - Alguns dos novos designs podem parecer estranhos, mas provavelmente é porque ainda não os vimos antes.

91

Elementos Gráficos Multifuncionais

- A mesma tinta costuma servir a mais de uma finalidade gráfica.
- Um elemento gráfico pode transportar informações de dados e também executar uma função de design geralmente deixada para não-tinta de dados. Ou pode mostrar vários dados diferentes.
- Esses elementos gráficos multifuncionais, se projetados com cuidado e sutileza, podem efetivamente exibir dados complexos e multivariados. O princípio, então, é:
- Mobilize todos os elementos gráficos, talvez várias vezes, para mostrar os dados.**

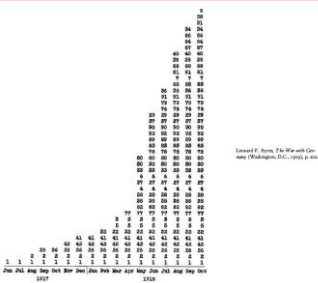
92

Medidas de dados criadas por dados

- O elemento gráfico que realmente localiza ou plota os dados é a medida dos dados.
 - As barras de um gráfico de barras, os pontos de um gráfico de dispersão, os pontos e traços de um gráfico de pontos e traços, os borrões de um mapa de borrões são medidas de dados.
- A tinta da medida de dados pode, por si só, transportar dados; por exemplo, os pontos do gráfico de dispersão podem assumir diferentes sombreamentos em resposta a uma terceira variável.

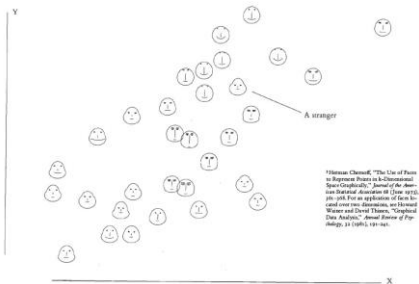
93

Medidas de dados criadas por dados



94

Medidas de dados criadas por dados



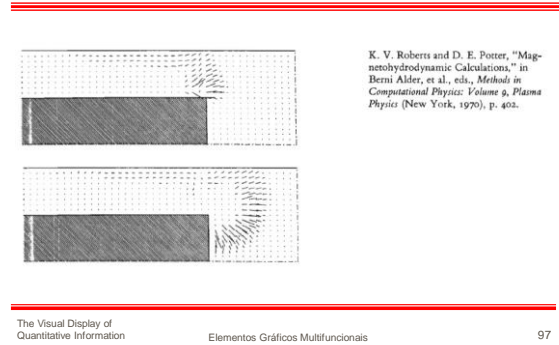
95

Medidas de dados criadas por dados



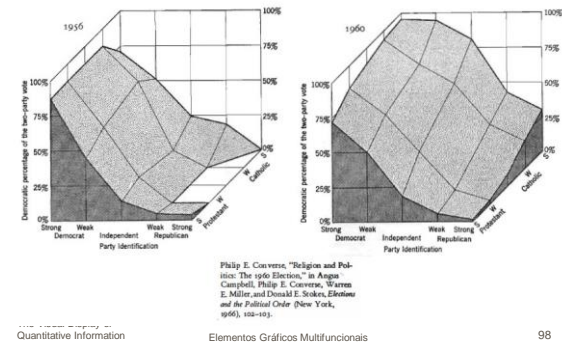
96

Grades baseadas em dados



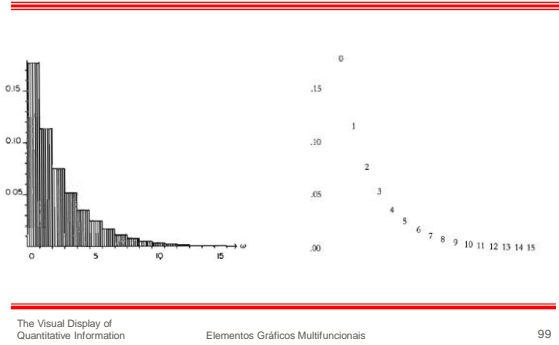
97

Grades baseadas em dados



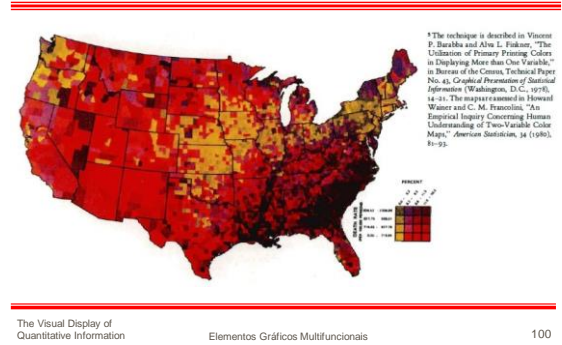
98

Rótulos de dupla função



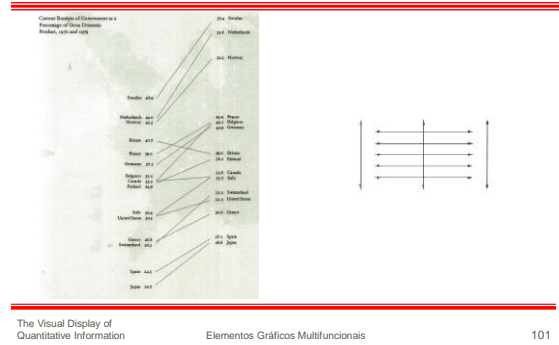
99

Quebra-cabeças e hierarquia em gráficos



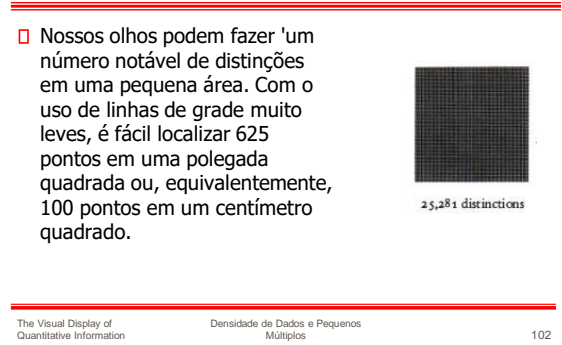
100

Quebra-cabeças e hierarquia em gráficos



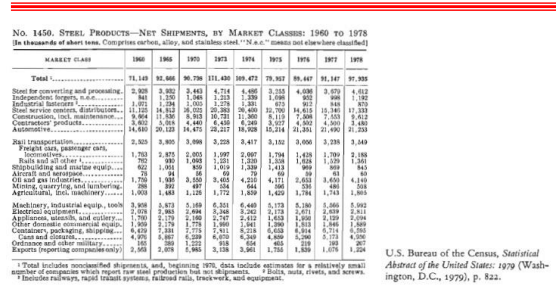
101

Densidade de Dados e Pequenos Múltiplos



102

Densidade de Dados e Pequenos Múltiplos



The Visual Display of Quantitative Information

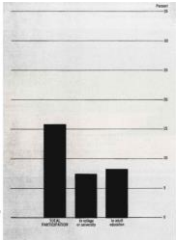
Densidade de Dados e Pequenos Múltiplos

103

103

Densidade de dados na prática gráfica

- Densidade de Dados (DD)
- $DD = \frac{\text{Número de entradas de dados}}{\text{Área do gráfico}}$
- Área do gráfico = 171 cm^2
- $DD = 0,2 \text{ números/cm}^2$



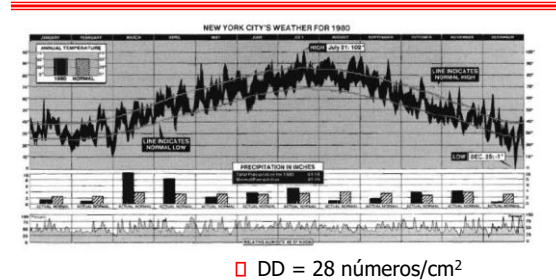
The Visual Display of Quantitative Information

Densidade de Dados e Pequenos Múltiplos

104

104

Densidade de dados na prática gráfica



□ $DD = 28 \text{ números/cm}^2$

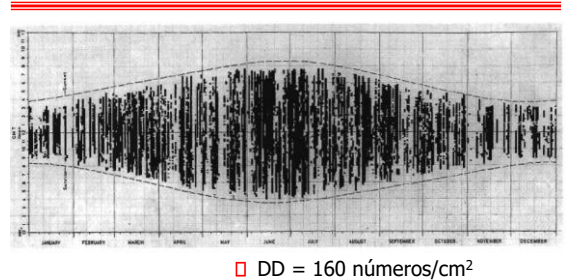
The Visual Display of Quantitative Information

Densidade de Dados e Pequenos Múltiplos

105

105

Densidade de dados na prática gráfica



□ $DD = 160 \text{ números/cm}^2$

The Visual Display of Quantitative Information

Densidade de Dados e Pequenos Múltiplos

106

106

Densidade dos dados e tamanho da matriz de dados: práticas de publicação

Data Display and Size of Data Matrix			
Journal of the Royal Statistical Society, B			
	Number of Data Points	Number of Data Points	Number of Data Points
1983	40	3	360
1984	27	4	115
1985	22	5	44
1986	19	3	184
1987	18	3	21
1988	17	3	127
1989	17	4	107
1990	13	3	115
1991	12	3	925
1992	9	1	16
1993	8	1	27
1994	9	1	74
1995	7	1	39
1996	6	2	12
1997	6	1	13
1998	6	1	20
1999	5	1	49
2000	5	2	23
2001	3	1	30
2002	3	1	1

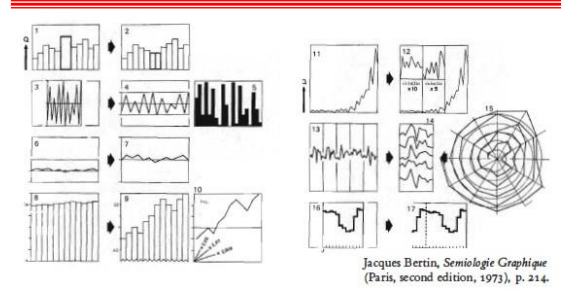
The Visual Display of Quantitative Information

Densidade de Dados e Pequenos Múltiplos

107

107

Gráficos de alta informação



The Visual Display of Quantitative Information

Densidade de Dados e Pequenos Múltiplos

108

108

Tornando a complexidade acessível: combinando palavras, números e imagens

- Palavras e figuras pertencem uma à outra.
- Os espectadores precisam da ajuda que as palavras podem fornecer. As palavras nos gráficos são tinta de dados.
- O princípio da integração de dados / texto é
- Os gráficos de dados são parágrafos sobre dados e devem ser tratados como tal.
- Palavras, gráficos e tabelas são mecanismos diferentes, com apenas um objetivo: a apresentação de informações.
- Tabelas e gráficos devem ficar perto do texto:
 - Evitar termos como: Ver Fig. 2.

115

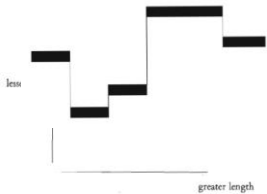
Complexidade acessível: o gráfico de dados amigável

Amigáveis	Não - amigáveis
Sem abreviações	Requer decodificação de abreviações
Palavras vão da esquerda para a direita, de cima para baixo	Palavras na vertical ou em várias direções diferentes
Pequenas mensagens ajudam a explicar os dados	O gráfico requer idas e vindas ao texto
Sombreamentos e padrões hachurados são evitados	O gráfico é obscuro, requer idas e vindas à legenda
O gráfico provoca curiosidade	O gráfico é cheio de lixo
Cores, se usadas, são escolhidas de forma que todos possam vê-las	O design é sensível à pessoas com percepção de cor limitada
Tipografia limpa, mesmo à mão	Tipografia rebuscada
Maiúsculas e minúsculas se alternando. Fonte com serifa	Tudo em maiúsculo, sem serifa

116

Proporção e escala: espessura da linha e letras

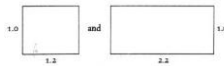
- Os elementos gráficos ficam melhores juntos quando suas proporções relativas estão em equilíbrio.
- Contraste na espessura, contraste no significado.
- Linhas e pontos devem ser finos e pequenos.



117

Proporção e escala: a forma dos gráficos

- Os gráficos devem tender para a horizontal, maior em comprimento que em altura:
 1. Analogia ao horizonte.
 2. Facilidade de rotular.
 3. Ênfase na influência causa-efeito.
 4. Formas que facilitam a observação dos olhos.
 5. Acontece em 92% dos exemplos de Playfair.



¹¹⁰ have relied on Leonard Zeise, *Visual Perception of Form* (New York, 1970), ch. 10, for a summary of the income literature.

118

Bibliografia

- Tufte, E. "The Visual Display of Quantitative Information" 2th Ed. Graphics Press, 2001 ISBN-13: 978-0961392147

119