

VISUALIZAÇÃO DE DADOS: UMA APRECIAÇÃO EVOLUTIVA A PARTIR DE MARCOS HISTÓRICOS

Daniel Kamlot
Veranise Jacubowski Correia Dubeux
Roberto Alvarez de Sá Filho

Resumo: Apresenta-se, por meio de pesquisa descritiva exploratória, de abordagem qualitativa e pela perspectiva de análise documental de Bowen (2009), uma consolidação de conhecimentos sobre a visualização de dados, analisando a evolução histórica pela qual ocorreu seu desenvolvimento e fornecendo elementos relevantes à compreensão dos marcos proeminentes no âmbito diacrônico, corresponsáveis por um aprimoramento das ferramentas usadas para expor informações no âmbito educacional. Os marcos identificados como relevantes se apresentam como alicerces teóricos para as técnicas posteriores, merecendo reconhecimento quanto a prover aos estudiosos do tema uma visão venturosa das tendências desse campo de estudo.

Palavras-chave: Visualização. Dados. Evolução.

DATA VISUALIZATION: AN EVOLUTIONARY APPRECIATION BASED ON HISTORICAL MILESTONES

Abstract: Through exploratory descriptive research, using qualitative approach and Bowen's documentary analysis, a consolidation of knowledge about data visualization is presented, analyzing the historical evolution through which its development occurred and providing relevant elements to the understanding of prominent diachronic milestones, co-responsible for improving the tools used to display information in the educational scope. The milestones identified as relevant are presented as theoretical foundations for later techniques, deserving recognition as to providing the researchers on this topic a vigorous insight into the trends of this field of study.

Keywords: Visualization. Data. Evolution.

Introdução

A visualização de dados evoluiu muito ao longo dos anos. Desde os primórdios, quando os humanos primitivos pintavam as informações por eles assimiladas nas paredes de suas cavernas para que fossem visualizadas por outros, passando por mapas e calendários de diversas civilizações, é possível observar que o avanço na complexidade da exposição de informações foi gradativamente exigindo novas manifestações gráficas.

Com o advento de novas tecnologias e a proliferação cada vez mais veloz de dados e informações, tanto em âmbito local quanto mundial, tornou-se necessário

buscar formas alternativas de expor informações, a fim de que fossem assimiladas rapidamente pelo público-alvo. Algumas dessas formas, já entendidas hoje como comuns, englobam o uso de gráficos, tabelas, figuras e suas variações. Contudo, para que se determine a forma mais adequada de se exporem dados específicos a um público, é conveniente ter em mente, entre outros itens, a evolução por meio da qual se deu o progresso da visualização de dados.

O presente artigo apresenta, por meio de pesquisa descritiva exploratória, de abordagem qualitativa e seguindo a perspectiva de análise documental (BOWEN, 2009), uma consolidação de conhecimentos específicos sobre a visualização de dados, analisando a evolução histórica pela qual ocorreu seu desenvolvimento e fornecendo insumos que permitem ao leitor a compreensão das necessidades e situações que levaram ao desenvolvimento de técnicas hoje já incorporadas ao cotidiano de todos que atuam com a divulgação de dados e informações.

A relevância deste estudo reside no fato de haver uma grande quantidade de artigos técnicos sobre o tema “visualização de dados” – focados em tecnologia da informação, primordialmente, ou em aspectos gerenciais da exibição de dados –, mas do ponto de vista histórico e evolutivo, são bastante raras as pesquisas que detalham o presente tema. Ainda que variados campos de estudo façam uso da visualização de dados – como estatística, astronomia e economia, apenas para citar alguns –, não há uma grande quantidade de obras que abranjam todo o desenvolvimento do pensamento visual e a representação visual dos dados (FRIENDLY, 2006). Ademais, com uma perspectiva histórica em mente, os educadores e pesquisadores poderão dispor de maior consistência ao definir como proceder para apresentar os dados e informações decorrentes de seus trabalhos de pesquisa, uma vez que, com a evolução da área em estudo, eventuais falhas cometidas há tempos puderam ser retificadas e substituídas por procedimentos mais apropriados, facilitando os trabalhos subsequentes.

Evolução da visualização de dados

O mundo testemunhou incontáveis mudanças, em particular nos últimos anos, em que a tecnologia passou a fazer parte do cotidiano dos seres humanos, mais do

que alguns poderiam supor. Uma forma de se perceber tais mudanças é por meio da compreensão de que houve “revoluções” capazes de expor a todos a necessidade de se obter e utilizar informações.

A primeira revolução surgida ocorreu com a invenção da escrita, há mais de 5.000 anos, na Mesopotâmia (SWAIM, 2011). Em torno de 4.500 anos depois, na China, teria ocorrido a segunda revolução, com o surgimento do livro escrito, cuja proliferação alcançou maior magnitude quase 500 anos mais tarde, com a proliferação, na Grécia, dessa forma de transmissão de conhecimentos. A terceira revolução da informação – conhecida como Revolução da Imprensa (DRUCKER, 2000) – surgiu com o advento da criação dos tipos móveis, por Gutenberg, no século XV, surgindo a imprensa, em moldes ainda um tanto primitivos. A quarta revolução da informação surge com a internet e a tecnologia dela derivada e por ela requisitada. Conhecida como Revolução da Informação, iniciou-se em meados da década de 1950 e resulta de um avançado desenvolvimento tecnológico nos campos de telecomunicações e informática (CAVALCANTI, 1995).

A atual Era da Informação exige uma forma diferenciada de alfabetização, que vem passando gradativamente de uma forma baseada em textos e caracteres alfabéticos – ou seja, a habilidade de ler e escrever – para uma alfabetização documental, entendida como a habilidade de interpretar e utilizar informações diversas, apresentadas graficamente, e não por meio de frases ou parágrafos (IHATOR, 2001), atestando assim que a capacidade de uma pessoa interpretar e organizar visualizações de dados é quase tão importante quanto a de ler e escrever textos compreensíveis (BÖRNER *et al.*, 2015). Deve-se ter em mente, ainda, que a comunicação deve ser compreendida cada vez mais como um elemento estratégico (PESSONI; COSTA, 2018; KAMLOT, 2017).

Para compreender tal evolução, será exposto, a seguir, um resumo das transformações que a visualização de dados, enquanto conjunto de saberes, passou até alcançar o patamar atual.

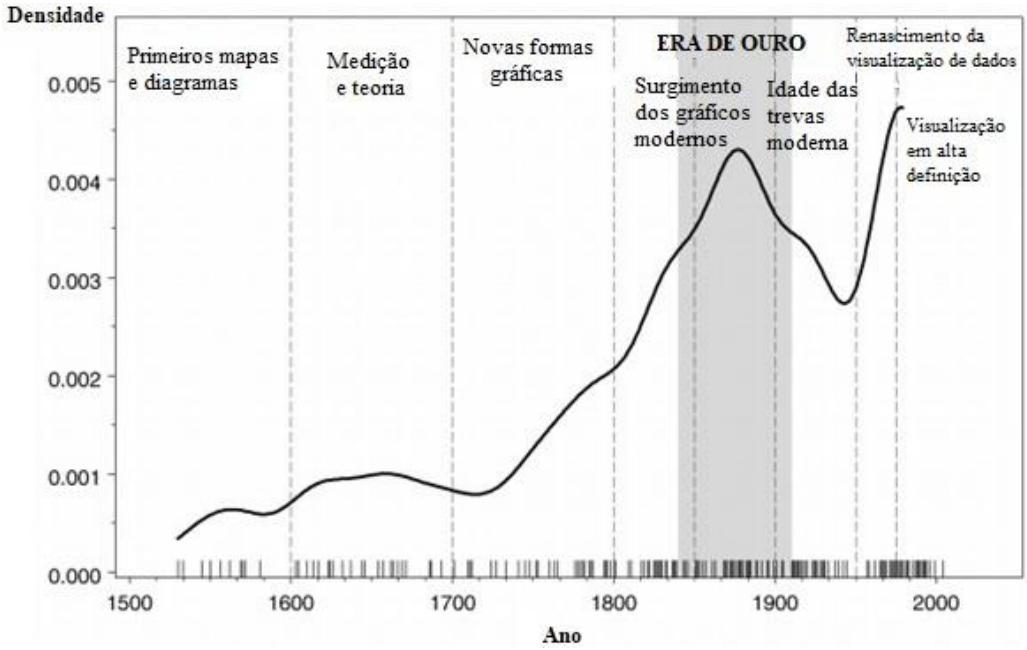

Figura 1: Evolução da visualização de dados

Fonte: Adaptado de FRIENDLY (2008)

As eras da informação

Friendly (2006) apresenta uma divisão de épocas que facilita a compreensão da evolução relacionada à apresentação de dados e seu aprimoramento. A Figura 1 facilita a percepção evolutiva de que se trata a seguir, conforme o autor.

- Antes do século 17 – Primeiros mapas e diagramas: As primeiras tentativas de se expor uma visualização de dados são percebidas em diagramas geométricos, em tabelas das posições de estrelas e outros corpos celestes, e também na elaboração de antigos mapas cuja serventia era notada no auxílio à navegação. A ideia de coordenadas geográficas foi usada por antigos egípcios na definição de suas cidades, e as posições terrestres e celestes foram definidas por algo semelhante ao que hoje se conhece como latitude e longitude. Isso teria ocorrido por volta do ano 200 A.C. Já a conhecida projeção do mapa de uma terra esférica, realizada por Ptolomeu em Alexandria (atual Egito) no século 2, serviria como padrão de referência até o século 14.

- 1600-1699 - Medição e teoria: nesta época ocorreu a ascensão da geometria analítica e dos sistemas de coordenadas, com Descartes e Fermat tendo sido os principais representantes de tais novos conhecimentos. Foram também iniciadas as teorias de erros de medição e estimativa, que serviram de base para Galileu, em sua análise de observações sobre a estrela de Tycho Brahe, de 1572 (HALD, 1990). Nesta época também surgiu a teoria da probabilidade, com Pascal e Fermat, e a estatística demográfica, com John Graunt.

Outro exemplo relevante (mostrado na Figura 6 deste trabalho) se refere a um gráfico do ano de 1644, feito por Michael Florent van Langren, o qual viveu no século 17, e era um astrônomo de origem flamenga, porém atuante na corte espanhola de então. Van Langren teria criado a primeira representação visual de dados estatísticos (FRIENDLY; VALERO-MORA; ULARGUI, 2010). Naquela época, a falta de meios confiáveis para determinar a longitude, no mar, era um grande obstáculo à navegação e à exploração.

Nessa época, os elementos necessários para o desenvolvimento de métodos gráficos estavam disponíveis de forma mais fácil, incluindo teorias, ideias sobre representação de dados reais etc. No século 17 surgem os primórdios do atual pensamento visual, como ilustrado no gráfico de van Langren (1644).

- 1700-1799 - Novas formas gráficas: No século 18 começam a surgir elementos do que se tornaria a teoria estatística, com gráficos abstratos e de funções se difundindo com alguma rapidez. Os cartógrafos de então começaram a buscar maneiras de expor mais do que a posição geográfica, apenas, em um mapa. Assim, novas representações de dados puderam ser criadas e o mapeamento de grandezas físicas teve início. Além disso, esse século testemunhou a introdução do mapeamento temático de dados geológicos, econômicos e médicos. As estatísticas oficiais referentes a população e mortalidade, assim como os dados econômicos, eram geralmente fragmentadas e, frequentemente, não era possível ao público em geral dispor delas, o que seria alterado no período a seguir.

- 1800-1850 - Surgimento dos gráficos modernos: nesta época ocorreu um crescimento grande de gráficos estatísticos e da cartografia temática. Em relação aos gráficos estatísticos, foi a época em que todas as formas modernas de exibição de dados foram inventadas, como os gráficos de barras e de pizza, os histogramas, os gráficos de séries temporais, os diagramas de dispersão e outros mais. Já na cartografia temática, os mapas únicos evoluíram para atlas abrangentes, contendo dados sobre uma ampla variedade de aspectos (econômicos, sociais, médicos etc.). Durante a primeira metade do século 19, a análise gráfica dos fenômenos naturais e físicos, como linhas de magnetismo, clima e marés também começou a aparecer regularmente em publicações científicas, e os primeiros mapas geológicos surgiram (na Inglaterra, introduzidos por William Smith).

- 1850-1900 - A era de ouro dos gráficos estatísticos: esta foi a época em que as condições para o rápido crescimento da visualização foram estabelecidas. Agências estatísticas oficiais foram constituídas na Europa devido à crescente importância – reconhecida – da informação numérica para planejamento social, industrialização, comércio e transporte. A teoria estatística, cujos representantes maiores eram Gauss e Laplace, forneceu os meios para que se pudessem melhor compreender grandes bases de dados. Superfícies em três dimensões começaram a ser estudadas.

Neste período houve o desenvolvimento de diagramas de círculo divididos em mapas (mostrando um total, por área e subtotais, por setores, com círculos para cada região geográfica no mapa), por Minard, em 1861. Minard desenvolveu também o uso de linhas de fluxo em mapas, com largura proporcional às quantidades (por exemplo, para pessoas, bens, importações, exportações), o que serviu para representar, em âmbito geográfico, o movimento e o transporte. Os atlas estatísticos datam também desta época, e apresentavam cada vez mais ilustrações gráficas, tanto numerosas quanto variadas.

- 1900-1950 - A idade das trevas moderna: constitui uma época de poucas inovações gráficas e, em meados da década de 1930, o entusiasmo pela

visualização que tanto se observou no final do século 19 havia sido superado pela elevação da quantificação e dos modelos ditos formais, muitas vezes estatísticos, nas ciências sociais. As figuras apresentadas eram imagens que não se referiam tanto a um fato possível de ser representado graficamente ou de forma estatística. Eram eventualmente bonitas ou instigantes, mas pouco representativas em termos estatísticos (FRIENDLY, 2006). Contudo, deve-se compreender tal período como de usos do que antes foi desenvolvido, em que a aplicação e a popularização ocorreram, e não a inovação. Nesse período, os gráficos estatísticos tornaram-se o *mainstream*. Os métodos gráficos, nessa época, passaram a compor livros didáticos e conteúdo universitário, e passaram também a ser usados na ciência, no comércio e no governo de países diversos.

- 1950-1975 - Renascimento da visualização de dados: nesta época a visualização de dados experimentou um ambiente considerado maduro e vibrante, com manuais e *software* para uma ampla gama de métodos de visualização e tipos de dados se tornando disponíveis para os computadores pessoais. No entanto, é difícil fornecer uma visão geral sucinta dos desenvolvimentos na visualização de dados, porque eram muito variados, ocorreram em um ritmo acelerado e em diversas disciplinas de modo simultâneo. Destacam-se o surgimento de sistemas de computação estatística altamente interativos, novos paradigmas de manipulação para análise de dados visuais, o desenvolvimento de técnicas gráficas para dados discretos e categóricos, a aplicação de métodos de visualização a um conjunto cada vez maior de problemas substantivos e estruturas de dados, e a atenção substancialmente aumentada aos aspectos cognitivos e perceptivos da exibição de dados. O desvelo para com a apresentação gráfica se expande e, a partir do início do século 21, com a visualização em alta definição, expande-se o desenvolvimento de infográficos e técnicas similares.

Metodologia

A pesquisa realizada é descritiva e exploratória (VERGARA, 2016), tendo sido utilizada a perspectiva qualitativa de análise documental de Bowen (2009) na investigação realizada. Para Bowen (2009), as informações obtidas devem ser analisadas no intuito de ser possível a compreensão a respeito de como o tema estudado se apresenta nos documentos e fontes consultados e utilizados na pesquisa. Trata-se, portanto, de uma análise documental que permite a contextualização dos assuntos em tela (JESUS, 2018). No presente caso, a intenção, como mencionado, é de consolidar conceitos e conhecimentos referentes à visualização de dados, a partir de uma apreciação evolutiva e histórica, que levaram aos conhecimentos e técnicas de apresentação de dados hoje notórios.

Detalhando o procedimento, a pesquisa teve início com uma pesquisa bibliográfica em livros, artigos e *websites* a respeito da evolução da visualização de dados e de informações. A seguir, os temas mais relevantes sobre o estado da arte foram filtrados e analisados, levando a uma seleção de documentos, incluídas obras clássicas e figuras/quadros versando sobre o progresso da apresentação de dados ao longo dos tempos. Após os dados e informações mais relevantes à presente pesquisa terem sido definidos, e as informações pertinentes ao objetivo do presente estudo terem sido identificadas, procedeu-se à interpretação dos dados (evolução da informação, autores mais simbólicos, marcos de referência etc.) à luz da realidade estudada. Foi feita então uma análise detalhada dos marcos mais relevantes, em termos históricos, da visualização da informação, e, ainda seguindo os preceitos de Bowen (2009), discutidos os resultados, apresentados em detalhe na próxima seção.

Resultados

A partir das análises realizadas, foi possível identificar os principais marcos relacionados à visualização da informação, levando em conta a percepção de valor exposta a respeito deles, além da importância apresentada na literatura analisada.

Todas as obras foram citadas em grande parte dos textos e documentos identificados, e estão apresentadas em ordem cronológica no Quadro 1:

Obra	Nome	Ano	Autoria
1	Imago Mundi	500 a.C. (aprox..):	Babilônios
2	De Lisle Psalter	1300 (aprox..)	Desconhecida
3	Mapa mundi	1459	Fra Mauro
4	Carta Geográfica da Nova França	1612	Samuel de Champlain
5	O primeiro gráfico estatístico	1644	Michael Florent van Langren
6	Gráfico de distribuição contínua, de Huygens	1669	Christiaan Huygens
7	Gráfico de importação e exportação entre Inglaterra e Escandinávia	1786	William Playfair
8	Gráfico de barras sobre a importância relativa dos parceiros comerciais da Escócia	1786	William Playfair
9	O primeiro “gráfico de pizza”	1801	William Playfair
10	Surto de cólera em Londres	1854	John Snow
11	Diagramas de áreas polares multicomparativos	1858	Florence Nightingale
12	Campanha de Napoleão de 1812	1861	Charles Joseph Minard
13	Tabela periódica de Mendeleev	1869	Dmitri Mendeleev
14	Graphic Methods for Presenting Facts	1914	Willard C. Brinton
15	Charting Statistics	1952	Mary Eleanor Spear
16	Semiologie Graphique	1967	Jacques Bertin
17	Exploratory Data Analysis	1977	John W. Tukey
18	The Visual Display of Quantitative Information	1983	Edward Tufte
19	Pesquisas de Cleveland e McGill (1984)	1984	William Cleveland e Robert McGill
20	Rensink e a Lei de Weber (2010)	2010	Ronald Rensink
21	*Ranking* de efetividade	2014	Lane Harrison

Quadro 1 – Marcos históricos na visualização de informações

Detalhando as obras entendidas como marcos relevantes obtidos na pesquisa, a seguir estão as explicações sobre cada uma, indicando o porquê de sua relevância histórica na visualização de informações.

Obra 1 – Imago Mundi, o primeiro mapa do mundo (500 a.C., aproximadamente).

O primeiro mapa do mundo é cunhado em argila pelos babilônios, copiando outra obra, 200 anos mais antiga (Figura 2, com legenda na Figura 2b). Esse mapa, conhecido como Imago Mundi, mostra duas circunferências concêntricas, bem como sete áreas triangulares rodeando a circunferência exterior. A área do interior do círculo representa o continente central, cuja parte central, representada por um

retângulo, é ocupada pela Babilônia. Quanto à topografia, o mapa expõe as montanhas ao norte, onde nasce o rio Eufrates, cruzando a cidade da Babilônia e desembocando na parte inferior do mapa, nas duas circunferências. Estas duas circunferências concêntricas representam as “águas salgadas”, ou seja, o mar.

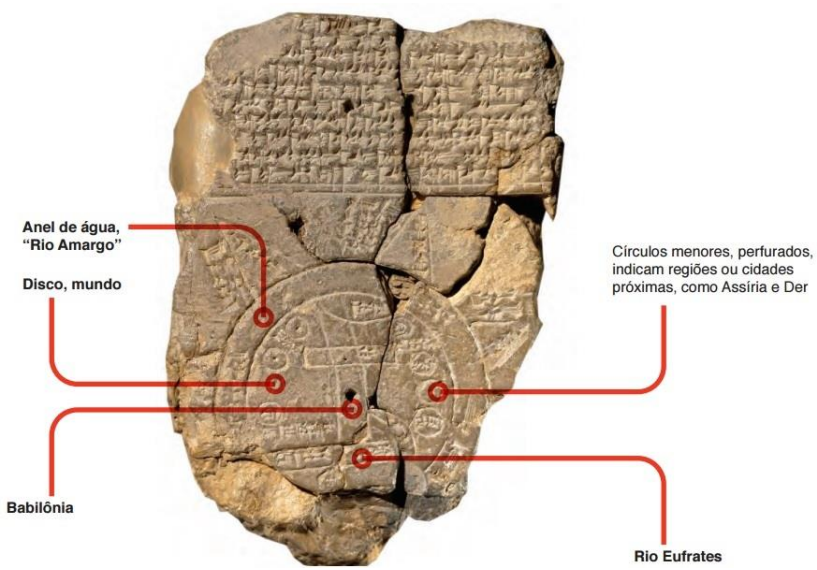

Figura 2: Mapa do mundo, pelos babilônios (500 a.C.)
Fonte: British Museum, 2017 (arte de Fernando Alvarus)

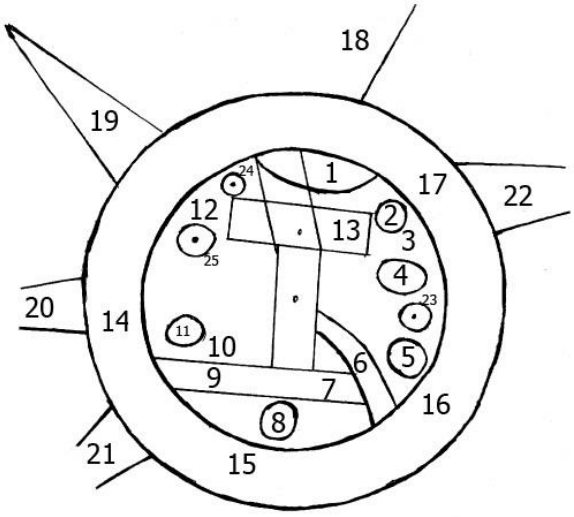

Figura 2b: Legenda do Imago Mundi: O disco central representa o “mundo” babilônio, cercado pelo oceano da "água salgada" [14-17]. A Babilônia em si é o retângulo [13] ao norte do buraco no centro do disco, dividido por outro retângulo representando o Eufrates. Assim como há sete ilhas

representadas ao longo da parte externa da imagem, existem sete cidades ao redor da borda do disco, representadas por pontos dentro de pequenos círculos: o número [4] é a Assíria; [5] é Der; [8] é Susa, a capital elamita; [10] é a cidade caldeu de Bit Yakin; [12] é Habban. Os números [2] e [11] são locais desconhecidos, rotulados no texto simplesmente como "cidades". Ao norte da Babilônia há uma área montanhosa [1]. Entre [2] e [4] está Urartu [3], a terra antiga que ocupa a área em torno dos lagos Van, Sevan, Urmia e das montanhas armênias. [6] é impossível identificar devido aos danos no mapa. O rio Eufrates é mostrado como fluindo para o "pântano" do sul da Mesopotâmia [7], ligado a um canal [9]. Os números [23] a [25] não têm nenhuma inscrição.

Fonte: KUSCHK (2011)

Obra 2 - De Lisle Psalter (ano 1300, aproximadamente).

De autor desconhecido, o saltério (De Lisle Psalter, na Figura 3) apresenta o pecado original no “início” da figura – no pé da árvore, com Adão e Eva. As ramificações da árvore auxiliam a visualização dos sete pecados capitais. No canto inferior esquerdo da árvore observa-se um rico avarento, com uma pilha de moedas de ouro e um diabo nas costas; na parte inferior direita está um camponês presunçoso com um diabo sentado diante de si.

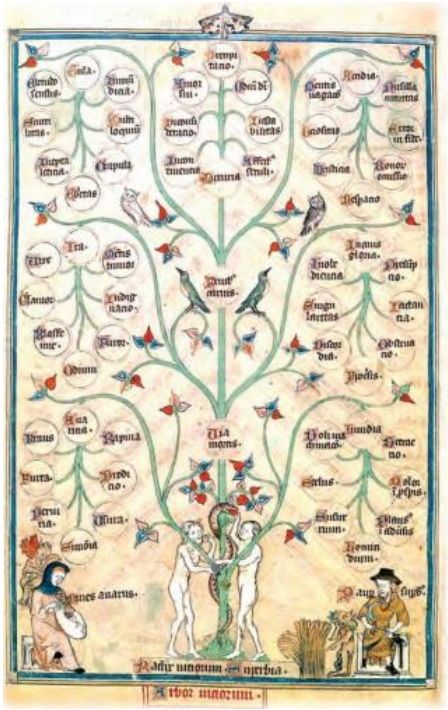

Figura 3: De Lisle Psalter

Fonte: The British Library (2017)

Obra 3 - Mapa mundi de Fra Mauro (1459)

Fra Mauro, um monge de Murano (na Itália) desenha seu mapa mundi – com diâmetro de quase dois metros e finalizado em abril de 1459, e que mostra todos os continentes rodeados pelos oceanos. Nesse mapa, não se entende a Terra como um disco, mas como uma esfera representada em forma circular. O mapa é orientado com o sul no topo – o Oceano Índico é observado acima à esquerda, enquanto o Mar Mediterrâneo é exibido no centro, à direita. O mapa mundi de Fra Mauro (Figura 4) mostra a África circunavegável e um exímio detalhamento, em que há uma atenção para com a orientação geográfica por meio dos pontos cardeais, ainda que não se observem as linhas do Equador ou dos principais trópicos (RABELO, 2009).



Figura 4: Mapa mundi de Fra Mauro
Fonte: Cartographic Images (2007)

Obra 4 - Carta Geográfica da Nova França (1612).

Samuel de Champlain, fundador da cidade canadense de Quebec, publica um marco da cartografia norte-americana, a Carta Geográfica da Nova França (Figura 5), que serviu de base para vários mapas criados após este. A Carta de Champlain se tornou célebre por ser considerada o primeiro mapa acurado da costa canadense, com a área de Montreal claramente identificada. Além disso, Champlain se valeu de informações obtidas com povos aborígenes locais para mapear áreas nunca antes identificadas, como o Lago Ontario e as Cataratas do Niagara. O trabalho de Champlain ajudou a estabelecer novos assentamentos na região (GERVAIS, 2004).

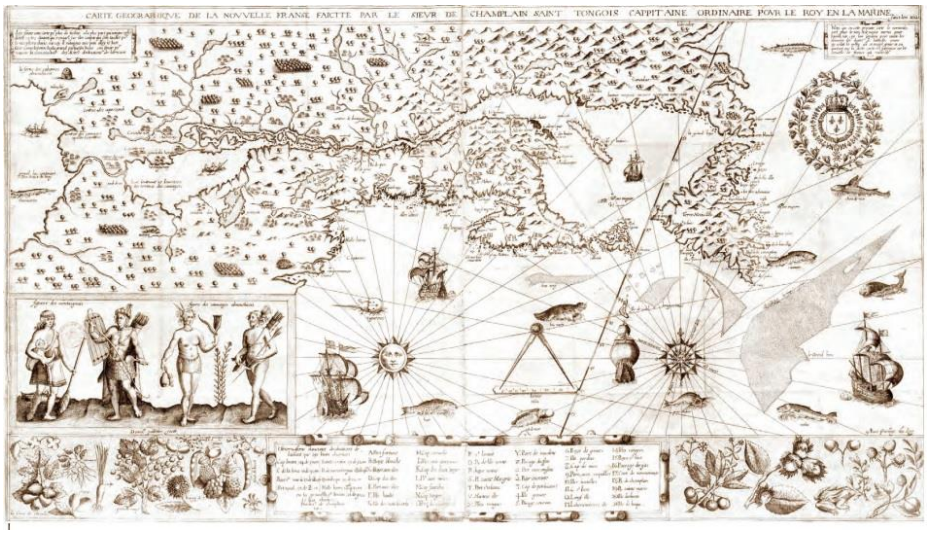

Figura 5: Carta Geográfica da Nova França, 1612
Fonte: Collections Canada (2017)

Obra 5 – O primeiro gráfico estatístico (1644).

Michael Florent Van Langren cria aquela que é considerada a primeira representação visual de dados estatísticos (Figura 6), mostrando estimativas da diferença de longitude entre as cidades de Toledo e Roma (FRIENDLY; VALERO-MORA; ULARGUI, 2010). Toledo está localizada, em temos de latitude e longitude, a (+39.86◦N, -4.03◦W) e Roma a (+41.89◦N, +12.5◦W), ambos indicados no mapa por marcadores. A figura explicita o que Van Langren expunha: a extensa variabilidade das estimativas.

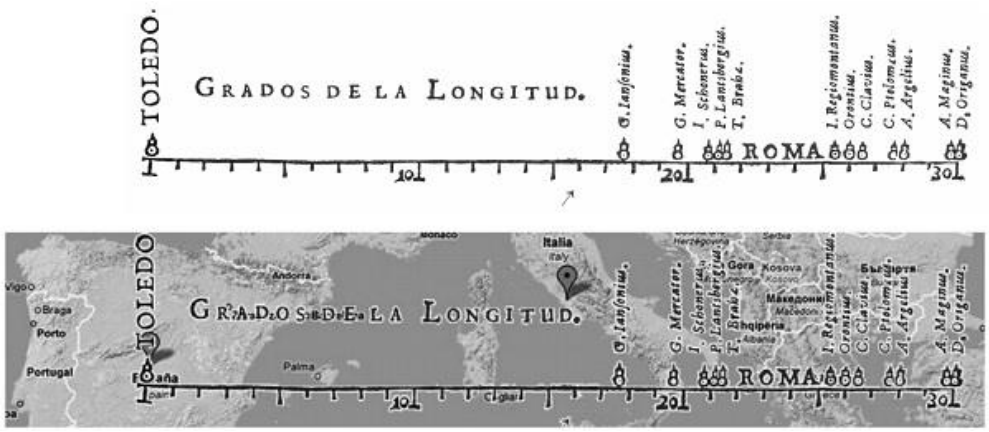

Figura 6: O primeiro gráfico estatístico, de van Langren, linearmente redimensionado e sobreposto em um mapa moderno da Europa
Fonte: FRIENDLY; VALERO-MORA; ULARGUI (2010)

Obra 6 - Gráfico de distribuição contínua, de Huygens (1669)

Christiaan Huygens cria um dos primeiros gráficos conhecidos de distribuição contínua (Figura 7), que mostrava a esperança de vida com base em um grupo de 100 pessoas. Esse gráfico se mostrou útil para identificar a mediana do tempo de vida restante de um indivíduo.

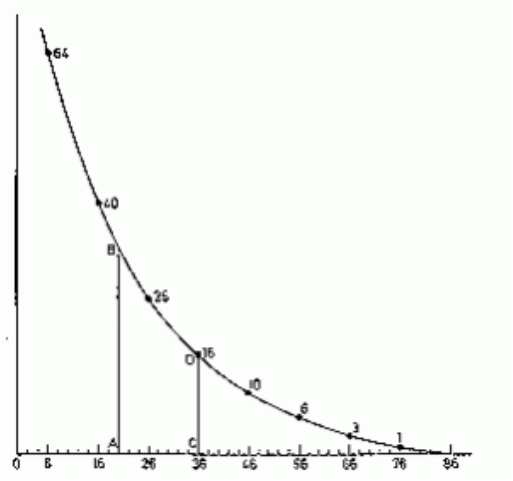

Figura 7: Gráfico de distribuição contínua, de Huygens
Fonte: FRIENDLY (2009)

Obras 7, 8 e 9 - Gráfico de importação e exportação entre Inglaterra e Escandinávia (1786); Gráfico de barras sobre a importância relativa dos parceiros comerciais da Escócia (1786); e o primeiro "gráfico de pizza" (1801).

William Playfair publica The Commercial and Political Atlas, um compêndio no qual fazia uso de barras e gráficos de linhas representando importações, exportações, salários e outras tendências de vários países europeus de cujos dados dispunha. Playfair foi o primeiro a elaborar vários tipos diferentes de gráficos estatísticos, em especial os cronológicos de linha, os de barras, o "gráfico de pizza" e o gráfico circular (Figuras 8, 9 e 10). Os gráficos estatísticos modernos são quase idênticos aos publicados originalmente por Playfair (SPENCE, 2006).

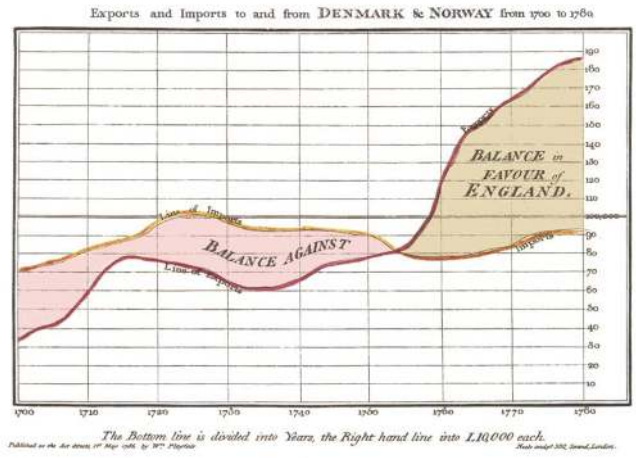

Figura 8: Gráfico de linha mostrando importação e exportação entre a Inglaterra e a Escandinávia (Dinamarca e Noruega) no século XVIII, do *Commercial and Political Atlas* de Playfair (1786).
Fonte: GIAIMO (2016)

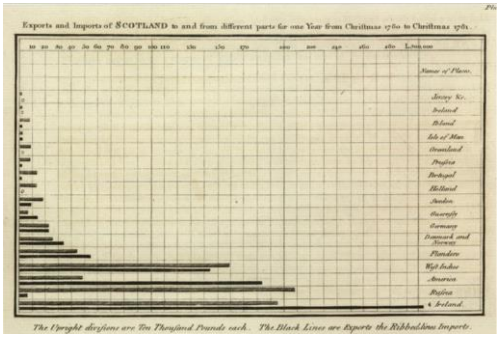

Figura 9: O primeiro gráfico de barras do mundo, do *Commercial and Political Atlas* de Playfair (1786), mostra a importância relativa dos parceiros comerciais da Escócia.
Fonte: GIAIMO (2016)

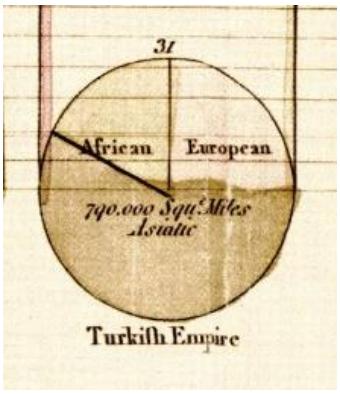

Figura 10: O primeiro "gráfico de pizza" (1801), expondo o domínio territorial do Império Turco.
Fonte: GIAIMO (2016)

Obra 10 - Surto de cólera em Londres, com indicação de casos e posição das bombas d'água (1854)

John Snow, considerado o pai da epidemiologia moderna, criou e estudou o mapa com a distribuição de casos de cólera em Londres (1854), exposto na Figura 11, e percebeu que o risco de um indivíduo contrair a doença estava ligado ao consumo da água fornecida por uma empresa da época, indo contra a chamada teoria do miasma, bem difundida à época, que asseverava que a doença seria transmitida pelo ar. Snow identificou os moradores da cidade que faleceram em decorrência do cólera e seus respectivos locais de residência. Assim, percebeu uma clara reação entre tais mortes e a origem da água consumida, o que o levou a averiguar as áreas abastecidas de água pelas diferentes empresas de então, identificando uma empresa em particular como a responsável pelas mais altas taxas de óbito, o que o levou a criar sua teoria sobre transmissão de doenças infecciosas, implicando que a cólera seria transmitida por intermédio da água (BONITA; BEAGLEHOLE; KJELLSTRÖM, 2010).

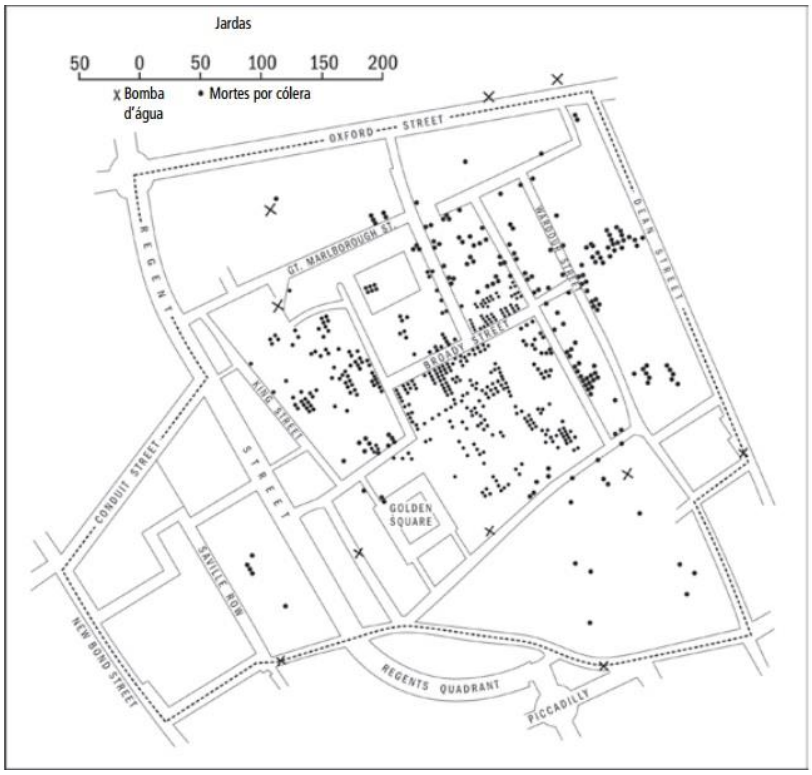

Figura 11: Surto de cólera em Londres, 1854: indicação de casos e posição das bombas d'água
Fonte: BONITA; BEAGLEHOLE; KJELLSTRÖM (2010)

Obra 11 - Diagramas de áreas polares multicomparativos, apresentando as causas da mortalidade no exército inglês durante a Guerra da Crimeia (1858)

Florence Nightingale desenvolve o diagrama conhecido como "diagrama de área polar", visando a apresentar as causas de morte nas Forças Armadas britânicas ocorridas entre os anos de 1854 e 1858. Nele se observam as causas das mortes de soldados durante a Guerra da Crimeia, divididos em três categorias: doenças infecciosas evitáveis, incluindo cólera e disenteria (coloridas em azul), "feridas" (em vermelho) e "demais causas" (em preto). Percebe-se claramente que a maioria dos soldados britânicos que perderam suas vidas durante a Guerra da Crimeia morreram de doenças, e não de ferimentos sofridos em batalha ou outras causas. As duas partes separadas compararam as taxas de mortalidade antes e depois de março de 1855, quando uma delegação de comissários sanitários foi enviada de Londres para melhorar a higiene nos campos e hospitais. A comparação gráfica é imediata: houve menos mortes depois do que antes da ação dos

comissários. Nightingale evidenciou, assim, que as deploráveis condições de saúde e higiene causavam mais mortes que os ferimentos de batalha naquela guerra (Figura 12). O diagrama de área polar mostrou-se bastante adequado para representar a evolução de um fenômeno cíclico.

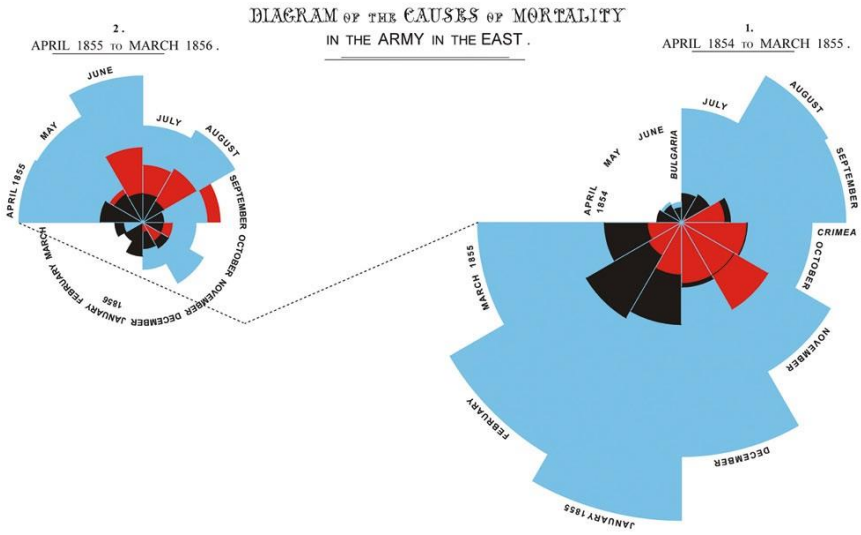

Figura 12: Diagramas de áreas polares multicomparativos, expondo as causas da mortalidade no exército inglês na Guerra da Crimeia. Para cada mês, o número de mortes é mostrado pela área dos semicírculos, identificados como mortes por doenças evitáveis (azul), feridas (vermelho) e demais causas (preto). Esquerda: após março de 1855; direita: antes de março de 1855.
Fonte: FRIENDLY (2008)

Obra 12 – A Campanha de Napoleão de 1812 (1861)

Charles Joseph Minard cria um dos mais famosos gráficos, no qual exibe a campanha russa de Napoleão, de 1812-1813 (Figura 13). Começando à esquerda na fronteira polonês-russa, a largura da faixa grossa mostra o tamanho do exército imperial de Napoleão em cada posição. A parte superior da linha bege mostra o tamanho do exército (422.000 homens em seu início, à esquerda) enquanto se dirige para leste, em direção a Moscou. Uma parte pequena das tropas se separa do grupo principal e faz uma escala em Polotzk (na atual Belarus). Quando o exército retorna para casa, a faixa em preto (cada vez mais larga, na progressão da esquerda para a direita) mostra o tamanho cada vez menor do exército de Napoleão, que é cruzado com escalas de tempo e temperatura (expostos na parte inferior do gráfico).

Finalmente, apenas 10.000 homens retornam da incursão (FRIENDLY, 2008; WHITE, 2010).

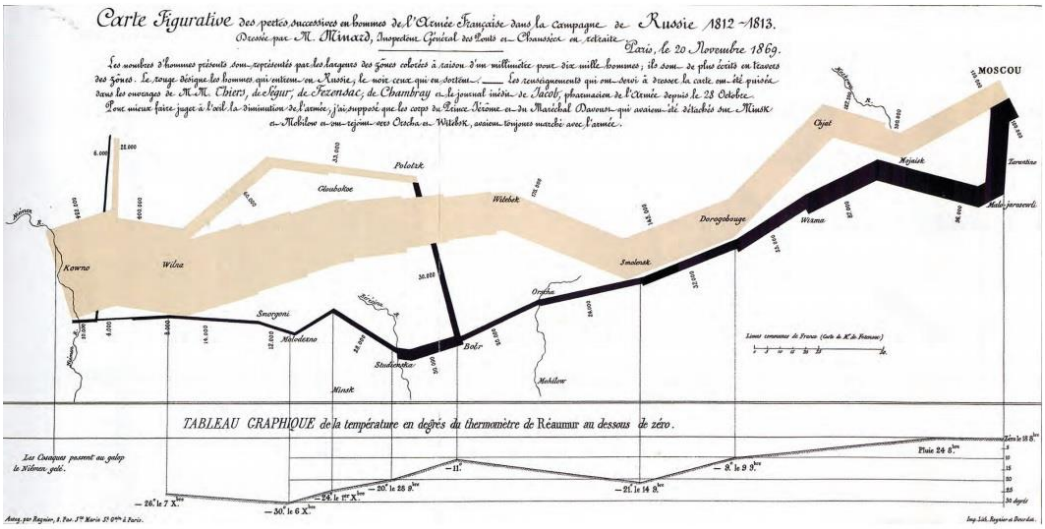

Figura 13: Campanha de Napoleão de 1812

Fonte: FRIENDLY (2008)

Obra 13 - Tabela periódica de Mendeleev (1869)

Dmitri Mendeleev cria a versão inicial da conhecida tabela periódica dos elementos químicos, ao organizar os 63 elementos conhecidos à época em uma tabela baseada nas massas atômicas de cada um (Figura 14). Mendeleev ainda previu a existência e propriedades de elementos então desconhecidos. A tabela de Mendeleev foi, no decorrer dos anos, se expandindo.

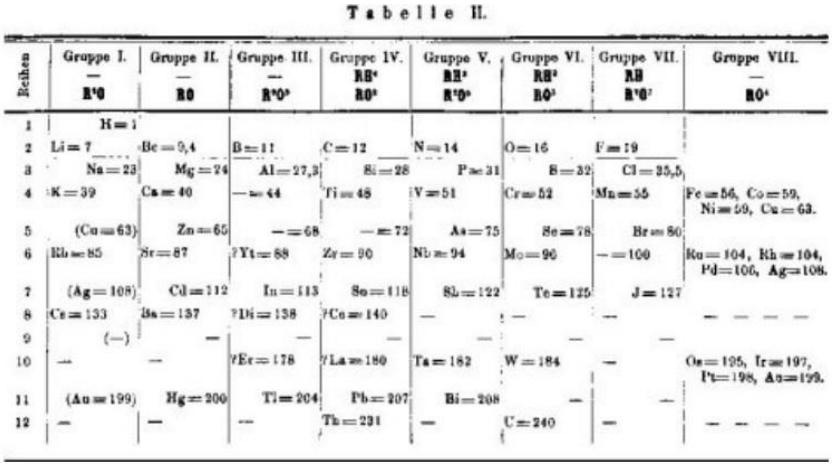

Tabelle II.

Reihen	Gruppe I. — R^1O	Gruppe II. — RO	Gruppe III. — R^2O^3	Gruppe IV. RH^4 RO^2	Gruppe V. RH^3 R^2O^5	Gruppe VI. RH^2 RO^3	Gruppe VII. RH R^2O^7	Gruppe VIII. — RO^4
1	H = 1							
2	Li = 7	Be = 9,4	B = 11	C = 12	N = 14	O = 16	F = 19	
3	Na = 23	Mg = 24	Al = 27,3	Si = 28	P = 31	S = 32	Cl = 35,5	
4	K = 39	Ca = 40	— = 44	Ti = 48	V = 51	Cr = 52	Mn = 55	Fe = 56, Co = 59, Ni = 59, Cu = 63.
5	(Cu = 63)	Zn = 65	— = 68	— = 72	As = 75	Se = 78	Br = 80	
6	Rb = 85	Sr = 87	?Yt = 88	Zr = 90	Nb = 94	Mo = 96	— = 100	Ru = 104, Rh = 104, Pd = 106, Ag = 108.
7	(Ag = 108)	Cd = 112	In = 113	Sn = 118	Sb = 122	Te = 125	J = 127	
8	Cs = 133	Ba = 137	?Di = 138	?Ce = 140	—	—	—	— — — —
9	(—)	—	—	—	—	—	—	
10	—	—	?Er = 178	?La = 180	Ta = 182	W = 184	—	Os = 195, Ir = 197, Pt = 198, Au = 199.
11	(Au = 199)	Hg = 200	Tl = 204	Pb = 207	Bi = 208	—	—	
12	—	—	—	Th = 231	—	U = 240	—	— — — —

Figura 14: Tabela periódica original, de Mendeleev

Fonte: TORRISI (2012)

Obra 14 – Livro "Graphic Methods for Presenting Facts" (1914)

Trata-se do primeiro livro que versava sobre visualização de informação para negócios, publicado pela The Engineering Magazine Company, em New York. Seu autor foi Willard C. Brinton (Figura 15).

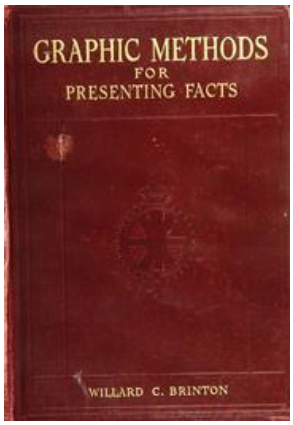

Figura 15: Primeira edição de Graphic Methods for Presenting Facts
Fonte: Archive.org (2017)

Obra 15 – Livro "Charting Statistics" (1952)

Após quase dez anos de trabalho com grupos, no governo norte-americano, Mary Eleanor Spear publica Charting Statistics (Figura 16), um livro pioneiro sobre as melhores práticas para a construção de gráficos, algo raro à época.

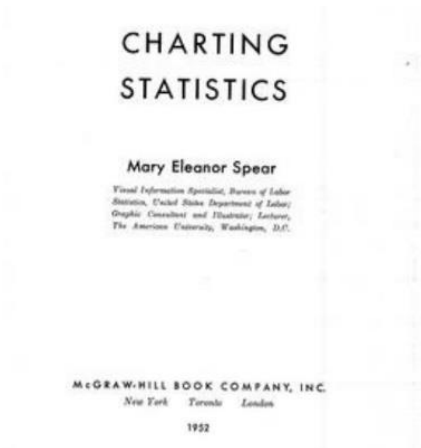

Figura 16: Charting Statistics, de Mary E. Spear
Fonte: Internet Archive (2018)

Obra 16 - Semiologie Graphique (1967)

O cartógrafo e teórico francês Jacques Bertin publica sua mais famosa obra, Semiologie Graphique (Figura 17), constituindo a primeira obra literária de grande abrangência sobre a teoria da visualização. Ele detalha diversas variáveis: posição, tamanho, forma, cor, brilho, alinhamento e textura. Estabeleceu dois princípios fundamentais: o princípio da expressividade (mostrar aquilo que precisa; nem mais, nem menos) e o princípio da efetividade (usar os mais eficientes métodos disponíveis para visualizar a informação).

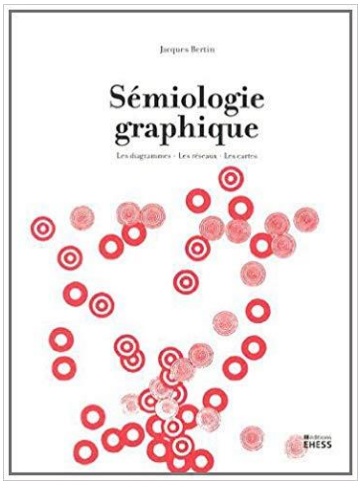

Figura 17: Semiologie Graphique
Fonte: Amazon (2018)

Obra 17 – Livro "Exploratory Data Analysis" (1977)

O estatístico John W. Tukey, que durante a década de 1970 foi reconhecido como pioneiro em visualização de dados com computadores, popularizando os conceitos de visualização exploratória – que engloba as análises inicial, prévia e de dados – e confirmatória – que parte de uma teoria, buscando confirmá-la –, publica o livro Exploratory Data Analysis (Figura 18).

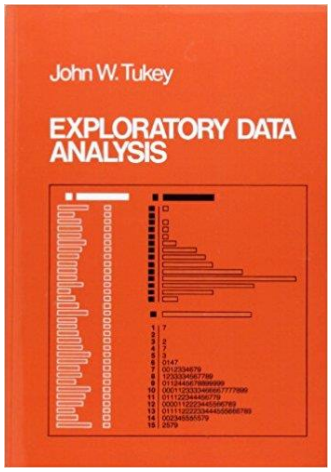

Figura 18: Exploratory Data Analysis, de John W. Tukey
Fonte: Amazon.com (2018)

Obra 18 - The Visual Display of Quantitative Information (1983)

Edward Tufte publica The Visual Display of Quantitative Information, obra que alicerçou o surgimento dos infográficos.

Obra 19 – Pesquisas de Cleveland e McGill (1984)

Visando a pesquisar e mensurar a percepção gráfica, William Cleveland e Robert McGill publicam o primeiro artigo, dentre vários, sobre o tema. Intitulado Graphical Perception: Theory, Experimentation, and Application to the Development of Graphical Methods, o artigo detalha as percepções e tarefas cognitivas que ocorrem quando alguém observa um gráfico. Cleveland, pouco depois, passou a ser conhecido como o homem que transformou a visualização de dados em uma ciência. Seus estudos sobre percepção gráfica, ou seja, os processos cognitivos que as pessoas fazem uso para compreender um gráfico (KAMLOT, 2012), se colocam entre as primeiras tentativas de estudar a visualização e desenvolver uma teoria sobre como ela deve ser aprimorada e realizada da melhor maneira possível (PRICEONOMICS, 2018).

Obra 20 – Rensink e a Lei de Weber (2010)

Nas pesquisas que realizou, Ronald Rensink sugeriu que em um gráfico de dispersão, a percepção da correlação por parte dos seres humanos, segue a

conhecida Lei de Weber[1] e, pela primeira vez, que um método que permita calcular a eficácia de um determinado gráfico pode existir. Além disso, com o advento das redes sociais, além da maior facilidade de se obterem e utilizarem *softwares* e amplos volumes de dados, observa-se o fenômeno da experimentação em massa de informação. Isto leva à grande difusão dos infográficos nessa época.

Obra 21 – Harrison e o Ranking de efetividade (2014)

Lane Harrison replicou os achados de Rensink e os aplicou a variados tipos de gráficos. Assim, concebeu um *ranking* de efetividade e definiu uma importante etapa nas pesquisas, com a conexão entre psicologia, neurociência e economia.

Considerações finais

Com a finalidade de apresentar uma consolidação de conhecimentos sobre a visualização de dados, permitindo uma análise da evolução histórica desta e de seu desenvolvimento – assim como o das técnicas que hoje são conhecidas e utilizadas –, o presente artigo focou não na tecnologia da informação, como muitos artigos sobre o tema, mas em aspectos históricos e evolutivos, a fim de apresentar os marcos mais relevantes e que permitiram um aprimoramento das ferramentas usadas ao se exporem dados e informações, por meio de pesquisa descritiva exploratória, qualitativa, que seguiu a perspectiva de análise documental de Bowen (2009).

Dentre as obras consideradas marcos da visualização de dados, que contribuíram para o uso das técnicas sublinhadas para os tempos atuais, destacam-se aquelas que expõem conhecimentos relacionados a evolução temporal, distância, localização, comparações, tempo, relações entre entidades, propriedades, fenômenos cíclicos, entre outros. Foi possível, ainda, compreender que, de um

[1] Weber usou um compasso com duas agulhas. Variando a distância entre elas, solicitava ao sujeito estudado que ponderasse se havia uma ou duas agulhas presentes sobre determinada área de sua pele. Weber descobriu que diferentes áreas da pele de uma mesma pessoa possuem sensibilidades táteis distintas. Em outras palavras, um mesmo estímulo físico produz sensações díspares conforme o local onde era aplicado no corpo do sujeito (KILHIAN, 2012).

ponto de vista evolutivo, as técnicas utilizadas em uma época podem servir de base para o que será desenvolvido em épocas posteriores, favorecendo pesquisadores que venham a utilizar ou desenvolver técnicas inerentes a propósitos específicos.

Pela evolução da visualização de dados apresentada, é possível perceber que há uma modernização na transmissão de dados por meio de elementos gráficos e de comunicação, ou seja, cada vez se mostram mais necessários elementos que permitam aos pesquisadores a exposição de seus achados e que facilitem aos leitores a compreensão de detalhes, não apenas por meio de vocábulos, mas de elementos gráficos e cada vez mais criativos, que impactem na significação e na narrativa em questão.

Para futuras pesquisas, recomenda-se uma avaliação com profissionais da área que permita identificar seu conhecimento quanto aos usos das técnicas mostradas nas obras aqui expostas, avaliando as ferramentas usadas no século XXI, oriundas de marcos de séculos anteriores.

Referências:

AMAZON.COM. *Books.* Disp. em https://www.google.com.br/search?q=Jacques+Bertin++Semiologie+Graphique&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjrmubgmLLfAhVMCpAKHdKmCxsQ_AUIDigB&biw=1366&bih=606#imgrc=dH0N03etPr4xvM .Acesso em 9 dez. 2020.

_____. *Books.* Disp. em https://www.amazon.in/Exploratory-Analysis-Addison-Wesley-Behavioral-Science/dp/0201076160. Acesso em 9 dez. 2020.

ARCHIVE.ORG. *Picture:* Graphic methods for presenting facts. Disp. em https://archive.org/details/graphicmethodsfo00brinrich. Acesso em 2 jan.2021.

_____. *Charting Statistics.* Disp. em https://archive.org/details/ChartingStatistics_201801/page/n1. Acesso em 9 dez.2020.

BONITA, R.; BEAGLEHOLE, R.; KJELLSTRÖM, T. *Epidemiologia Básica.* São Paulo: Santos Ed, 2010.

BORNER, K. et al. Investigating aspects of data visualization literacy using 20 information visualizations and 273 science museum visitors. *Information Visualization*, v.15, n.3, p.198-213, 2015.

BOWEN, G. Document analysis as a qualitative research method. *Qualitative Research Journal*, v.9, n.2, p.27-40, 2009.

BRITISH MUSEUM. *The map of the world.* Disp. em http://www.britishmuseum.org/research/collection_online/collection_object_details/collection_image_gallery.aspx?partid=1&assetid=404485001&objectid=362000. Acesso em 5 jan. 2021.

CARTOGRAPHIC IMAGES. *Fra Mauro's Mappamundi*. Disp. em http://cartographic-images.net/Cartographic_Images/249_Fra_Mauros_Mappamundi.html. Acesso em 8 jan.2021.

CAVALCANTI, E.P. Revolução da informação: Algumas reflexões*. Caderno de Pesquisas em Administração,* v.1, n.1, 1995.

COLLECTIONS CANADA*. Carte geographique de la Nouvelle Franse faictte par le sieur de Champlain Saint Tongois cappitaine ordinaire pour le Roy en la Marine*. Disp. em http://collectionscanada.gc.ca/pam_archives/index.php?fuseaction=genitem.displayEcopies&lang=eng&rec_nbr=3919638&title=Carte+geographique+de+la+Nouvelle+Franse+faictte+par+le+sieur+de+Champlain+Saint+Tongois+cappitaine+ordinaire+pour+le+Roy+en+la+Marine.+Faict+len+1612++%5Bdocument+cartographique%5D++&ecopy=e010764733-v8. Acesso em 6 jan.2021.

DRUCKER, P. Além da Revolução da Informação. *HSM Management*, v.4, n.18, 2000.

FRIENDLY, M. A brief history of data visualization. in: *Handbook of Computational Statistics*: Data Visualization, p.1-43. 2006.

_____. The Golden Age of Statistical Graphics. **Statistical Science**, v.23, n.4, p.502-535. 2008.

_____*. Milestones in the history of thematic cartography, statistical graphics, and data visualization*. 24 ago.2009. The National Sciences and Engineering Research Council of Canada, Grant OGP0138748. Disp. em www.math.yorku.ca/SCS/Gallery/milestone/ milestone.pdf. Acesso em 6 jan.2021.

_____; VALERO-MORA, P.; ULARGUI, J.I. The first (known) statistical graph: Michael Florent van Langren and the "secret" of longitude. *The American Statistician,* v. 64, n.2, p. 174-184, 2010.

GERVAIS, G. Champlain and Ontario (1603-35). In: LITALIEN, R.; VAUGEOIS, D. (Eds.) *Champlain:* The birth of French America. Montreal: McGuill-Queen's University Press, p.180-190, 2004.

GIAIMO, C. *The Scottish scoundrel who changed how we see data.* Jun.2016. Disp. em http://www.atlasobscura.com/articles/the-scottish-scoundrel-who-changed-how-we-see-data. Acesso em 4 jan.2021.

HALD, A. *A History of Probability and Statistics and their Application before 1750.* New York: John Wiley and Sons. 1990.

IHATOR, A.S. Communication style in the information age*. Corporate Communications: An International Journal,* v.6, n.4, p.199-204, 2001.

JESUS, D.S.V. "Desafio é coisa para macho": virilidade e desigualdade de gênero no turismo de aventura no estado do Rio de Janeiro. *Recorde*, v. 11, n. 2, p. 1-14, 2018.

KAMLOT, D. Persuasão: a Essência da Propaganda. *Revista Marketing,* ano 45, n.470, p. 63-71, 2012.

KAMLOT, D. Resiliência organizacional e marketing social: uma avaliação de fundamentos e afinidades. *Cadernos Ebape.Br***,** v.15, n. spe, p. 482-495, 2017.

KILHIAN, K. A Lei de Weber e as escalas de Fechner. Jul, 2012. *O baricentro da mente.* Disp. em http://obaricentrodamente.blogspot.com.br/2012/07/lei-de-weber-e-as-escalas-de-fechner.html. Acesso em 2 jan. 2021.

KUSCHK. *The oldest map of the world in existence*. jun.2011. Disp. em http://basementgeographer.com/the-oldest-map-of-the-world-in-existence/. Acesso em 4 jan.2021.

PESSONI, A.; COSTA, A.R. Ações inovadoras de comunicação organizacional no terceiro setor. *ECCOM,* v. 9, n. 18, jul./dez. 2018.

PRICEONOMICS. *How William Cleveland Turned Data Visualization Into a Science.* Disp. em https://priceonomics.com/how-william-cleveland-turned-data-visualization/. Acesso em 6 dez.2020.

RABELO, L.M. *A construção dos mapas-múndi nos séculos XV e XVI: Entre a experiência e a tradição.* 2009. 91f. Monografia (Bacharelado em História). Dept. de Ciências Humanas, Letras e Artes. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

SPENCE, I. William Playfair and the psychology of graphs. In: *2006 JSM proceedings,* American Statistical Association, Alexandria, p. 2426–2436 (CD), 2006.

SWAIM, R. *A estratégia Segundo Drucker:* Estratégias de crescimento e *insights* de marketing extraídos da obra de Peter Drucker. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

THE BRITISH LIBRARY. *Tree of vices.* Disp. em http://www.bl.uk/catalogues/illuminatedmanuscripts/ILLUMIN.ASP?Size=mid&IllID=7111. Acesso em 4 jan. 2021.

TORRISI, A. *Mendeleev and mendelevium.* 2012. Disponível em http://www.isciencemag.co.uk/blog/mendeleev-and-mendelevium/. Acesso em 8 jan.2017.

VERGARA, S. C. *Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração,* 16 ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2016.

WHITE, R. What is Spatial History? *Stanford University Spatial History Lab*, 2010. Disp. em https://web.stanford.edu/group/spatialhistory/media/images/publication/what%20is%20spatial%20history%20pub%20020110.pdf. Acesso em 5 jan.2021.