18º Encontro internacional de Arte, Ciência Tecnologia
18th International Meeting of Art, Science and Technology

#18.ART

DA ADMIRÁVEL ORDEM DAS COISAS:

arte,
emoção
e tecnologia

OF THE ADMIRABLE ORDER OF THINGS:
art, emotion and technology

18º Encontro internacional de Arte, Ciência Tecnologia
18th International Meeting of Art, Science and Technology

Edição I *Edition*

MEDIA
LAB/BR

ISSN: 2238-0272

Silvia Laurentiz[1]

Alguns desafios para a Visualização de Dados

Some challenges for data visualization

Resumo

A visualização de dados é uma representação gráfica que transmite ideias complexas, com grande quantidade de informações, de forma clara, precisa e eficiente. Um dos grandes desafios para a visualização de dados é o aumento da quantidade de informação disponível, o que pode gerar alguns problemas na análise e compreensão desses dados. Mas não é este problema que nos interessa no momento. Mais do que desafios quantitativos, nos preocupam os modelos conceituais e perceptivos das visualizações de dado. Nesse sentido, a visualização criativa de dados, utilizando metáforas, diferentes formatos de representação, técnicas com soluções híbridas, com narrativas dinâmicas e interativas, será o foco deste trabalho. Utilizaremos modelo de pesquisa exploratória, sendo seu propósito proporcionar maior familiaridade com o assunto, envolvendo levantamento bibliográfico e análise de casos, que serão obras de artistas que exploram a visualização de dados poeticamente.

Palavras-chave: Arte, Dados, Modelos, Cognition, Percepção.

Abstract

Data visualization is a graphical representation that conveys complex ideas with a large amount of information in a clear, precise and efficient way. One of the great challenges for data visualization is the increase in the amount of information available, which can generate some problems in the analysis and understanding of this data. But it is not this problem that interests us now. More than quantitative challenges, we are concerned with the conceptual and perceptual models of data visualization. In this sense, the creative visualization of data, using metaphors, different formats of representation, techniques with hybrid solutions, with dynamic and interactive narratives, will be the focus of this paper. We will use an exploratory research model, its purpose being to provide greater familiarity with the subject,

---

1 Profa. Dra. Silvia Laurentiz, Livre-docente, Professora Associada da Universidade de São Paulo, Brasil. Desde 2010 criou e lidera o Grupo de Pesquisa Realidades (http://www.eca.usp.br/realidades), sediado em CAP-ECA-USP, certificado pela Instituição e reconhecido pelo CNPq, É docente do Programa de Pós-Graduação em Artes Visuais (PPGAV-ECA) desde 2003, onde orienta mestrado e doutorado. É docente do Departamento de Artes Plásticas, ECA, USP desde 2002. É uma das editoras da Revista ARS (São Paulo).

involving a bibliographical survey and case analysis, which will be the works of artists who explore the data visualization poetically.

Keywords: Art, Data, Models, Cognition, Perception.

Introdução[2]

Inicialmente temos que definir nosso objeto de estudo. De acordo com KHAN & SHAH (2011), visualização de dados tem muitas definições, e pode ser:

> the use of computer-supported, interactive, visual representations of data to amplify cognition, where cognition means the power of human perception or in simple words the acquisition or use of knowledge. Visualization is a graphical representation that best conveys the complicated ideas clearly, precisely, and efficiently. These graphical depictions are easily understood and interpret effectively. The main goal of Visualization is to find out what insight. Visualization is the transformation of Symbolic representation to geometric representation. The goal of visualization is to analyze, explore, discover, illustrate, and communicate information in well understandable form. Visualization is used to present huge amount of information coherently, compactly, from different viewpoints, and provides several levels of details (KHAN & SHAH, 2011, p. 1-2).

Notoriamente, a principal questão é como apresentar ideias complexas e com grande número de dados [3] utilizando formas de visualização gráfica destas informações e de maneira clara, precisa e eficiente. Portanto, trata-se de manipulação de representação simbólica, ou seja, linguagem. Mas, mais do que isso, conforme os autores acima citados, o objetivo da visualização é analisar, explorar, descobrir, ilustrar e comunicar informações de forma compreensível. Eles também apresentam tipos diferentes de visualização:

> ***Data visualization*** - visually represents quantitative data with or without axes in schematic or diagrammatic forms e.g. Table, Line chart, Pie chart, Histogram, and Scatter plot etc. ***Information visualization*** is an interactive interface of data to increase cognition or perception ability. Transform data into a changeable image, through which users can interact during manipulation, e.g. Data map, Tree map, Clustering, Semantic network, Time line, and Venn/ Euler diagram etc. ***Concept visualizations*** - are methods use to elaborate ideas, plan, concepts, and analyze it easily, e.g. Mindmap, Layer chart, Concentric circle, Decision tree, Pert chart etc. Strategic visualization - is a

2 Apoio parcial da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), processo nº 2019/15178-6.

3 Não é tarefa fácil diferenciar Dados de Informação. Veja o estudo exaustivo de Rafael SEMIDÃO (2014) sobre isso. Muitos os consideram conceitos sinônimos. Mas no âmbito da tecnologia podemos perceber sutis diferenças. No contexto deste trabalho, Dados constituiria o patamar menos dotado de significação enquanto Informação surge a partir da reunião e agregação de sentido aos dados. Não estamos privando os Dados de significados, mas trataremos "dados como percepção descontextualizada, informação como dados contextualizados" (SEMIDÃO, 2014, p.57).

> systematic approach in which an organization visually represent it strategies of development, formulation, communication, implementation, and some time its analysis, e.g. Organizational chart, Strategy map, Failure tree, and Portfolio diagram etc. Metaphor visualization - organizes and structure information graphically. They convey insight of information through key characteristics of metaphor that is employed, e.g. Metro map, Story template, Funnel, and Tree etc. ***Compound visualization*** - is the complementary use of different graphic representation formats in one single schema or frame, e.g. Cartoon, Rich picture, Knowledge map, and Learning map etc (idem, p.3).

Reconhecendo que um dos grandes desafios para a visualização de dados é o aumento da quantidade de informação disponível, o que pode gerar estratégias para análise e compreensão desses dados; não podemos esquecer a premissa inicial de que visualização de dados é, por natureza, um campo interdisciplinar, que envolve programação, percepção visual, design e estatística.

Em 1996, Ben SHNEIDERMAN já havia desenvolvido uma taxonomia para sistemas interativos de visualização de informação, baseada na correlação entre tipos de dados (categorizados em sete tipos diferentes) e em tarefas relacionadas a eles.

> To sort out the prototypes and guide researchers to new opportunities, I propose a type by task taxonomy (TIT) of information visualizations. I assume that users are viewing collections of items, where items have multiple attributes. In all seven data types (1-, 2-, 3-dimensional data, temporal and multi-dimensional data, and tree and network data) the items have attributes and a basic search task is to select all items that satisfy values of a set of attributes (SHNEIDERMAN, 1996, p. 337).

Para o autor, a questão da interatividade traz muitas questões importantes: consultas com manipulação direta; partilhamento de conceitos de exibição visual de ações (interfaces dos controles deslizantes ou botões) e objetos (incluindo os resultados da consulta); desenvolvimento de estratégias para o uso de ações rápidas, e reversíveis; bem como, exibição imediata de feedback, de dados que retroalimentam o sistema em tempo real.

É interessante ainda notar que dados com uma, duas, três dimensões, dados temporais e multidimensionais e dados em estrutura de árvore e em rede, pela proposta de SHNEIDERMAN (1996), são maneiras de organizar dados que carregarão atributos e formas de seleção. Estas atenderão aos valores de um conjunto de atributos. Enquanto que visualização de dados, de informação, de conceitos, de estratégias, de metáforas e composição de visualização da proposta de KHAN & SHAH (2011) são métodos e processos organizados lógica e sistematicamente. A nosso ver, as propostas se complementam uma a outra[4].

---

4 Mais técnicas, métodos e uma introdução a visualização de informações pode ser encontrada em: https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/19398/000300210.pdf (acessado em setembro de 2019). No artigo Introdução a visualização de informações, de Carla Freitas *et al*., RITA, Vol. VIII,

Esta breve apresentação foi necessária para posicionar nosso objeto, e o foco deste trabalho serão os modelos conceituais e perceptivos das visualizações de dados, e consequentemente, quais os processos envolvidos para a formação de novos modelos representacionais.

Já a partir deste propósito, consideramos que um sistema de categorização é importante, mas caduca com o tempo, e precisamos continuamente atualizar nossos sistemas de filtragem, seleção, classificação e restrição de informação.

Outro ponto a destacar é o argumento de Stephen FEW (2013), que para se atingir resultados satisfatórios com a visualização de dados, a apresentação visual destes dados deve alcançar:

> - Clearly indicates how the values relate to one another […].
> - Represents the quantities accurately.
> - Makes it easy to compare the quantities.
> - Makes it easy to see the ranked order of values […].
> - Makes obvious how people should use the information - what they should use it to accomplish and encourages them to do this (idem, idem).

Isto já denota que são criadas relações causais, e estas devem ser claras, entre dados, informações, diferentes tipos de representações e entre os resultados visualizáveis. E essas relações são mantidas por argumentos e correlações entre os elementos e suas partes. E isso tem que ser visualmente reconhecido, sem necessidade de um texto ou outro tipo de reforço qualquer.

Hans ROSLING (2006) ficou conhecido pelos seus gráficos dinâmicos, defendendo que grandes quantidades de dados, observados em outra escala e durante um certo período de tempo podem surpreender com conclusões que não seriam deduzidas a partir de outros formatos de apresentação destes dados. Em sua apresentação no TED Talk de 2006, tendências globais em saúde e economia ganharam vida, e podemos perceber visualmente considerações que não eram perceptíveis de outra maneira.

Suzete VENTURELLI e Marcilon Almeira de Melo acreditam que foi *"a partir dos anos 2000 que ocorreu uma explosão de interesse pelas técnicas e pela estética visual das visualizações de dados. [...]exposições como a Design and the Elastic Mind realizada em 2008 pelo Museu de Arte Moderna de Nova Iorque (MoMA) e a exposição Data Dynamics Exhibit realizada pelo Whitney Museum of American Art em 2001"* (VENTURELLI, 2019, p. 205) exemplificam o argumento. Portanto, diferentes áreas, biológicas, humanas,

---

número 2, 2001. E na tese de doutorado de Luis Carli, FAU-USP, de 2015, Processos de Design de Visualização de Dados, in https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16134/tde-08032016-165055/publico/luiscarli.pdf (acessado em agosto de 2019).

científicas e artísticas começam a utilizar de recursos e técnicas de visualização de dados a partir de seus próprios interesses.

Outra referência importante nesse assunto é o Projeto *Visual Complexity* de Manuel LIMA. A experiência ainda se encontra no site http://www.visualcomplexity.com/vc/ (acessado em setembro de 2019), mas seu conteúdo teórico foi transformado em livro homônimo (LIMA, 2011). Este projeto traz um compêndio de trabalhos na rede internet que tratam de visualização de dados. Os endereços de sites estão catalogados nas categorias: *Art (74); Biology (60); Business Networks (50); Computer Systems (39); Food Webs (16); Internet (35); Knowledge Networks (141); Multi-Domain Representation (70); Music (47); Others (77); Pattern Recognition (53); Political Networks (34); Semantic Networks (44); Social Networks (135); Transportation Networks (70); World Wide Web (55).*

Percebe-se, pelas categorias listadas a abrangência e dificuldade de catalogação. Apenas exemplificando, na categoria *Pattern Recognition*, podemos encontrar o trabalho *The Football Drawings* (1982), de Susken Rosenthal (in http://tinyurl.com/2av79h - acessado em setembro de 2019) que mostra traços (desenhos) dos movimentos da bola durante um jogo de futebol visto de cima. Esses traços acabam gerando padrões emergentes e nos fazem compreender certas ações que não eram perceptíveis. Cada trabalho é um registro de um jogo específico como na partida final da Copa do Mundo da FIFA 1986 contra a Alemanha. Como num esboço sismográfico, os movimentos da bola são traçados simultaneamente à ação no campo: movimentos individuais, cantos e objetivos podem ser reconhecidos, bem como a estratégia e a relação de força entre as equipes competidoras. O resultado é um embaralhado de linhas, cuja densidade aumenta com a energia do jogo. Isso acontece em um conceito estrito de tempo (90 minutos) e forma (o campo de futebol) - conforme consta no site oficial do trabalho. Apesar de listado na categoria *Pattern Recognition*, este trabalho repercute em diferentes áreas, que, conforme o site, *"at the same time these graphic series are a work of abstract art"*. O curioso, e até mesmo incomum, é que os desenhos são feitos a mão, seguindo o movimento da bola durante a partida. Ou seja, independe de uma tecnologia sofisticada e digital o pensamento para se pensar a estruturação da visualização de dados.

Na categoria art, um dos 74 projetos catalogados é o *Celestial Mechanics* (2005), dos autores Scott Hessels, Gabriel Dunne (in http://gabrieldunne.com/celestialmechanics/ acessado em set 2019). A *Celestial Mechanics* é uma obra baseada na visualização estatística, de dados e protocolos de tecnologias aéreas feitas pelo homem - uma exibição gráfica dos caminhos e funções das máquinas pairando, voando e flutuando em nosso planeta. O céu está cheio de aeronaves que transportam pessoas de um lugar para outro, realizam tarefas utilitárias, ajudam nas comunicações, promovem missões militares ou vagam acima de nós como escombros. Esta obra combina ciência, exibição estatística e arte contemporânea, apresentando padrões e comportamentos mecânicos em uma experiência visual dinâmica.

VENTURELLI e Melo (2019) indicam que o interesse artístico no uso de *Data Art* ou a visualização de dados acabam gerando

> fantasia, ilusão e ficção, assim como também podem mobilizar e criar consciência crítica sobre as questões políticas e éticas inerentes a forma como os dados são capturados, analisados e utilizados. Jer Thorp (2012), artista e pesquisador de data art, autor de livros como Beautiful Visualisation e Data Flow 2, diz que é a abordagem acrítica das características individuais dos datasets que apresenta uma das grandes falhas dos projetos que utilizam dados como material artístico" (VENTURELLI, 2019, p.206).

O trabalho *Zoom Pavilion* (2015-16) de Rafael Lozano-Hammer (http://www.lozano-hemmer.com/zoom_pavilion.php, acessado em setembro de 2019) não é tradicionalmente um trabalho de visualização de dados, mas traz um ponto de vista interessante sobre como estruturar e apresentar dados complexos. O *Zoom Pavilion* é uma instalação interativa que consiste em projeção imersiva em três paredes, alimentada por doze sistemas de vigilância informatizados e treinados ao público. A peça utiliza algoritmos de reconhecimento facial para detectar a presença de pessoas no ambiente e registrar sua relação espacial dentro do espaço da exposição. Conforme descrição no site da obra, *Zoom Pavilion* é uma plataforma experimental de auto-representação e um microscópio gigante para conectar o público um ao outro e rastrear seus encontros e performances. Toda a instalação encontra-se em movimento de câmera, destacando diferentes participantes e criando mudanças com base na amplificação e rastreamento ópticos.

Este trabalho, conforme consta em sua documentação, enfatiza a construção temporária do espaço conectivo em relação às tecnologias predatórias de detecção e controle. E, apesar de não ser explicitamente um trabalho de visualização de dados, apresenta visualmente dados que outrora não eram estruturados (as imagens de câmeras) e que agora são organizados logica e sistematicamente, por atributos que podem ser selecionados atendendo a valores definidos, utilizando algoritmos sofisticados de detecção e reconhecimento facial, projeções mapeadas interativas, tracking, banco de dados, que nos fazem ver informações complexas que não seriam perceptíveis sem o uso destes modelos.

Primeiras Análises

Os exemplos citados atingem apenas algumas das características indicadas por FEW (2013), apresentadas no início deste artigo. Retomando suas ideias, para atingirmos melhores resultados através da visualização de dados temos que: indicar claramente como os valores se relacionam uns com os outros; representar as quantidades com precisão; tornar fácil comparar as quantidades; facilitar a visualização da ordem de classificação dos valores; e, tornar óbvio como as pessoas devem usar as informações, sem a necessidade de reforços e outros argumentos. Entretanto, temos que

ter em mente que estas são condições para que a comunicação da informação seja eficiente. Como vimos, técnicas de visualização de dados podem ser também utilizadas como um poderoso instrumento para agrupamentos e relacionamentos de informações na geração de resultados criativos, experiências sensíveis e modelos perceptivos não-convencionais.

Nos interessa também o que KHAN & SHAH (2011, p.3) chamaram de *Metaphor visualization* (citado acima). A proposta para Visualização de metáforas destes autores seria aquela que organiza e estrutura informações graficamente, transmitindo o substrato da informação através da característica principal da metáfora que é utilizada, por exemplo, o uso de modelo em árvore para estruturar um fluxograma de informação. Mas este é um uso restrito das metáforas, como observaremos a seguir.

Anteriormente já desenvolvemos uma pesquisa sobre metáforas (LAURENTIZ *et al*., 2005). Naquele momento, apresentamos alguns autores que serão brevemente relembrados para auxiliar nosso argumento. Para Modesto Carone Neto, por exemplo, metáfora é uma *"junção de elementos incongruentes que aponta para um terceiro termo e que desse se diferencia"* (CARONE Netto, 1974:15); e, mais importante, o fenômeno relacional produzido por uma metáfora parece nomear algo que *"se situa além da experiência verbalizável"* (idem, idem). Em outras palavras, uma expressão metafórica é capaz de produzir um efeito que não seria capaz de ter sido dito de outra forma (idem, idem). Ora, esta é uma característica, como vimos, que deve acompanhar toda e qualquer forma de visualização de dados. Portanto, tendemos a considerar que há muito de metafórico nas estratégias de visualização de dados.

Já para Paul RICOEUR (1992:145), o processo metafórico é regido tanto pela cognição, quanto pela imaginação e emoção, e isto significa dizer que não estaremos apenas substituindo uma coisa por outra, provocaremos uma tensão pelo distanciamento e suspensão da referência sígnica de um fato ou objeto, e a sua proximidade com outro(s) fato(s) ou objeto(s). Assim, uma metáfora é inovadora, conclui RICCOEUR. Há um paralelismo criado pelo apagamento do sentido literal e que fornecerá novos referenciais ao signo. Portanto, apagamentos, suspensões, distâncias, desvios, proximidades, conceitos gerais e aspectos singulares fornecerão modelos gerados por mediações intersignos. *"A possibilidade ou compreensão da construção metafórica requer, assim sendo, uma habilidade intelectual peculiar e um tanto sofisticada (...): uma habilidade de entreter dois pontos de vista diferentes ao mesmo tempo"* (RICOUER,1992:155).

O texto de Max BLACK, *More about Metaphor* (1993), inicia-se apresentando sua teoria de interação, sugerindo relações das metáforas com seus fundamentos de semelhança e analogias, na esperança de aproximar a conexão entre os conceitos de metáforas e modelos. E há ainda fatores culturais que fortemente direcionam a criação e interpretação de metáforas além das suas características literais e referenciais.

Já podemos perceber que processos de comparação, por semelhança e analogias, paralelismos, são ações de emparelhamentos condicionais de informações, criando relações causais antes distantes, e que de alguma forma devem ser consideradas na visualização de dados. Neste artigo, nos concentraremos num tipo de metáfora especial: a poética e criativa.

I-FLUX

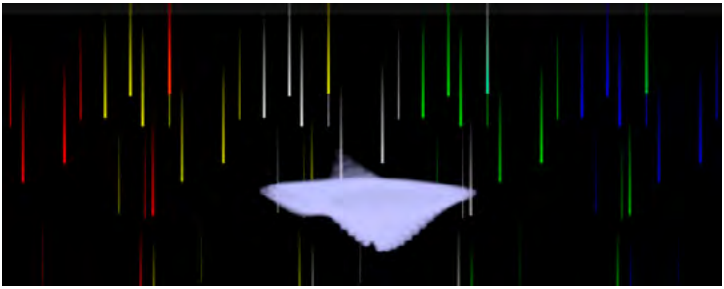

Fig. 1: Detalhe da obra *I-FLUX*, da 6ª bienal internacional Emoção art.ficial, exposição Instituto Itaúcultural em São Paulo, 2012.

O trabalho *I-FLUX*, de coautoria de Silvia Laurentiz e Martha Gabriel, com som desenvolvido por Fernando Iazzetta, esteve exposto em 2012 no Instituto Itaúcultural em São Paulo, na 6ª bienal internacional Emoção art.ficial (https://www.itaucultural.org.br/iflux-silvia-laurentiz-martha-gabriel-e-som-de-fernando-iazzetta-emocao-art-ficial-6-0, acesso em set de 2019).

I-FLUX (LAURENTIZ, 2013, 2013b) era uma obra sistêmica, interativa e dinâmica, que trabalhava com fluxos de informações de diferentes naturezas. O coração do sistema esteve localizado em uma instalação, que agia como o "hub central" (dispositivo que interligava computadores de uma rede local), concentrando as interações dos fluxos do ambiente em que esteve abrigado. O sistema evoluía por meio de estados locais e do diálogo e transmutações das informações do lugar em que se encontrava (no caso, o prédio do Itaú Cultural, SP, Brasil). Este fornecia os dados de fluxos para a instalação: redes internas, rede elétrica, rede hidráulica, entradas e saídas de pessoas, diferentes fluxos de informações que movimentavam diariamente a vida daquele edifício. Cada tipo de dado era representado por um padrão, que era visualizado como uma constante chuva projetada na parede da instalação e agia sobre uma "criatura" (Fig. 1), uma espécie de regulador do ecossistema. Havia chuvas de diferentes cores, cada uma representando um tipo de fluxo de dados.

O aumento e diminuição do fluxo da chuva modificava o nível do "tanque" onde se encontrava a criatura, através do modelo representacional criado. Um tanque com

maior quantidade de chuva significava que a criatura teria maior mobilidade e trânsito; enquanto que, em contrapartida, um tanque com menor nível fazia a criatura ter menor mobilidade, e, portanto, alterava seu comportamento devido a esta situação de compressão/contenção de espaço. A criatura com espaço reduzido modificava seus movimentos e sons, e de maneira oposta, também alterava seus movimentos e sons, estando num tanque transbordando de informação.

A proposta do trabalho *I-FLUX* foi aplicar um conceito científico de coleta, armazenamento e distribuição de dados de diferentes naturezas, na criação de novas técnicas de visualização, a partir de uma aproximação poética a estes dados. A criatura imersa se movimentava sugerindo/simulando que 'estaria nadando' no ambiente, e relacionava esta representação com os dados colhidos do edifício. Numa relação metafórica, criava-se relações entre coisas distantes até então, - [criatura marinha nadando em ambiente líquido] e [dados de fluxos de um edifício], com a intenção de criar análogos por associação e paralelismos. E quando este ambiente modificava sua área por acréscimo, redução ou dissipação de dados, e esta transformação no espaço reduzia ou aumentava a área de movimentação da criatura marinha, alterando seu comportamento quando encontrava estados limites; na verdade, este processo de abstração ficcional, esta narrativa, acabava gerando uma forma nova de visualizar dados. Estes dados, entretanto, eram adquiridos pelo sistema e mantinham uma conexão direta com suas fontes. Pois, um medidor de temperatura, por exemplo, (e temperatura foi uma das informações utilizadas no trabalho) recebia os dados analógicos de um sensor de temperatura que convertia este sinal em graus Celsius. Portanto, os dados antes de serem convertidos em sinais digitais, eram valores contínuos capturados de uma fonte também de dados contínuos (os fenômenos que nos rodeiam são quase sempre contínuos) e preservam-se algumas de suas características por esta conexão que lhe estabelecia seu estatuto representacional.

Há uma transformação do sinal analógico para o digital e a conversão trazia mudanças mais ou menos significativas também. Mas é importante ressaltar que o sinal original trazia sintomas, índices, dos atributos daquele edifício, e que não eram sinais arbitrários. Mas apesar disso, o trabalho criava uma narrativa própria, fornecendo uma visão poética dos fluxos daquele edifício. Evidente que se criava uma relação causal entre dados e criatura, mas a relação semântica era formada quando esta referência se estabelecia.

Em seu estatuto plástico, a experiência causava um efeito estético, dinamico e visual em si, mas, e além disso, aqueles que conseguiam decifrar o código (chuva-tanque--criatura versus dados-fluxos-edifício)– neste caso aplicados arbitrariamente (pois não havia relação imediata entre criatura marinha e edifício)– eram capazes de interpretar o estado em que se encontrava aquele edifício, naquele momento.

Existem várias taxonomias de visualização atualmente, e *I-Flux* questionava estas taxonomias quando apresentava uma solução híbrida, uma solução poética. Reiterando

o que já dissemos, categorizações caducam com o tempo, e precisamos continuamente atualizar nossos sistemas de filtragem, seleção, classificação e restrição de informação. Soluções inovadoras e criativas mantém grau de abertura suficiente para revisão dos modelos instituídos.

R-SCUTI

Fig.2: Montagem da instalação *R-SCUTI* – objeto e adesivos em parede – no Espaço das Artes, Cid. Universitária, USP, 2019.

O trabalho *R-SCUTI* – quando as estrelas tocam (http://www2.eca.usp.br/realidades/pt/r-scuti/), do *Grupo Realidades*[5], ECA-USP, 2018-2019, foi apresentado pela primeira vez no Espaço das Artes, Cid. Universitária – USP. R-SCUTI é uma instalação que utiliza a cimática como forma de visualizar dados astronômicos por meio do som. A curva de luz (variação do brilho ao longo do tempo) da estrela R Scuti, disponível na base de dados da AAVSO (American Association of Variable Star Observers - https://www.aavso.org/ acessado em setembro de 2019), é utilizada para gerar frequências sonoras. Os sons são reproduzidos por um alto falante em uma estrutura que contém

5 Membros do Grupo autores do trabalho: Beatriz Murakami, Bruna Mayer, Cássia Aranha, Clayton Policarpo, Dario Vargas, Loren Bergantini, Marcus Bastos, Sergio Venancio, Silvia Laurentiz. Rodrigo G. Vieira foi o astrônomo colaborador do trabalho.

água, criando padrões visuais a partir desta vibração. Uma lâmpada reflete no teto da sala as ondas produzidas na água.

R Scuti, localizada na constelação de Scutum, é uma estrela supergigante amarela que apresenta variabilidade em seu brilho devido a pulsações estelares. A AAVSO disponibiliza mais de 110.000 observações desta estrela, obtidas ao longo de mais de um século. A memória da variação luminosa da estrela é transposta em sons. Cria-se um ciclo de dados: a memória do toque luminoso da estrela nos telescópios é transformada em dados numéricos, códigos computacionais os traduzem em frequências sonoras que tocam na água, e a fonte luminosa reflete a superfície aquosa, retornando padrões visuais para o céu novamente (representado pela projeção no teto do ambiente expositivo, Fig. 2).

Um aspecto interessante é a relação criada entre frequência luminosa e sonora, e as diversas traduções intersemióticas entre dados de diferentes modalidades perceptivas. Isto em si já traduz diferentes aspectos representacionais, intersignos e entre modalidades perceptivas. Outro ponto é que o objeto construído lembra, por sua aparência, um instrumento antigo de astronomia. Foi construído especialmente para este trabalho e com a intenção de trazer à tona a sensação de se estar diante de um aparelho de medição e reflexão do sol e estrelas. Esta carga sensorial, simbólica e cultural, cumpre com o papel de criar a ponte de relacionamento entre arte e ciência daqueles dados.

Além disso, há uma inversão instigante em alguns momentos do processo da visualização. Por conta da qualidade das frequências sonoras utilizadas, certos trechos são inaudíveis, embora provoquem muita ondulação na água, e portanto, maior alteração da imagem projetada no teto; e em outros momentos, ao contrário, escutamos nitidamente o som, mas este é incapaz de vibrar a água com muita potência, e portanto, quase nenhuma mudança é provocada na imagem projetada.

Considerações Finais

1. A visualização de dados é um desafio. Atualmente temos vários dados de diferentes naturezas, dinâmicos e em fluxos contínuos, e tratar a forma como visualizaremos/interpretaremos estes tipos de dados, tem sido foco de algumas pesquisas, tanto na área das ciências exatas como na das humanidades. Com as obras apresentadas neste artigo podemos perceber que existem diferentes atuações para a visualização de dados. Numa visualização poética de dados, como no caso do trabalho *I-FLUX* foi criada uma narrativa para uma situação que se alguém souber o código que está por detrás será capaz de traduzir e interpretar as dinâmicas daquele edifício, e por outro lado, a narrativa em si carrega qualidades sensíveis suficientes para causar uma experiencia estética. Os trabalhos *Celestial Mechanics* e *R-SCUTI* mesclam formas de conhecimento, fortalecendo relações entre áreas e intersignos, flagrando seu campo interdisciplinar.

2. O envolvimento de estratégias de programação, percepção visual, design e estatística tem sido bastante explorado, mas o trabalho *Football Drawings* demonstra claramente que independe de tecnologia, ou mesmo de técnica específica, o desenvolvimento do pensamento para a visualização de dados. O que se estabelece é uma estratégia para visualizar muitos dados, observados em certo período, e que organizados sistematicamente nos fazem perceber algo que não tínhamos acesso de outra forma.

3. Zonas de interação. Não estamos apenas tratando de interfaces capazes de interação entre dados, informações, conceitos e metáforas. No caso do trabalho *I-FLUX,* pode-se perceber que os dados assumem diferentes zonas de interação: a) Uma zona local, onde a câmera captura os movimentos da sala; e um microfone capta sons e ruídos do local naquele momento. A variação destes dados colhidos do ambiente da instalação leva a alterações no comportamento da criatura; b) Uma zona de interação com a estrutura do edifício onde está localizada a instalação. O edifício transmite seus dados e fluxos, e a variação de temperatura, potência, temperatura do ar externo, umidade, modificam a quantidade de dados no tanque da criatura, e este, por sua vez, altera o comportamento da criatura; e c) Uma interação global, através do Twitter, e também da rede interna de dados do edifício. Essas três camadas, essas três zonas de alguma maneira se organizam, interagem e sintetizam a visualização de dados da obra *I-FLUX*.

4. Estruturação de dados. Até pouco tempo atrás uma câmera de vídeo não poderia ser utilizada da maneira que a utilizamos hoje. A imagem de uma câmera de vídeo digital pode agir como sensor para entrada de dados, como demonstrado no trabalho *Zoom Pavillon* de Rafael Lozano-Hemmer. Das imagens das câmeras podemos extrair dados parametrizáveis, e de alguma maneira conseguir inferir outras ações e consequências para esses dados. Foi o caso também da obra *I-FLUX*, onde uma câmera captava os movimentos das pessoas na sala, e fazia com que a variação de movimento afetasse o comportamento da criatura no trabalho. Consequentemente, as ações da criatura atingiam e afetavam as ações locais das pessoas e assim retroalimentavam o sistema. A área de visualização computacional está bem desenvolvida atualmente. Já podemos reconhecer objetos, número de pessoas, padrões, cores a partir de imagens capturadas por câmeras. No futuro, poderemos, além de rotuladores, somadas as técnicas de aprendizagem de máquina, reconhecer conteúdos e contextos nas imagens, e em uma tomada de câmera de vigilância urbana, por exemplo, poderemos distinguir uma manifestação, de uma festa ou um congestionamento de carros. A obra *Zoom Pavillon* alerta, todavia, para os problemas advindos da detecção e controle.

5. Emparelhamento condicional. Qual técnica de agrupamento e relacionamentos de informação serão propostos na geração de modelos e entre modelos para a visualização de dados futuros? A técnica de classificação, por exemplo, muito utilizada

na Inteligência Artificial, agrupa coisas que são semelhantes por parâmetros que satisfazem algum critério de seleção, de norma ou lei. Processos de discriminação (muio usado em Machine Learning do tipo GANs), impõem restrições a partir de certas condições e circunstâncias. E, em se tratando de arte, como relacionar diferentes estímulos sensíveis, emparelhar emoções e sentimentos, classificar a experiencia estética? *R-SCUTI* e *I-FLUX* trouxeram um tipo de relacionamento poético entre dados de diferentes naturezas. As relações proporcionadas por estes trabalhos, entre sinais e dados de diferentes áreas de conhecimento, acabam se relacionando ao que vimos sobre a geração de metáforas criativas ao criar narrativas, e ao simular um ciclo de retroalimentação de dados (especificamente como no trabalho *R-SCUTI*). E não dá para verbalizar a experiencia produzida, pois como vimos anteriormente, o efeito causado por uma metáfora é indizível, e tem que ser experienciado tacitamente.

6. Aprendizado de Máquina (*Machine Learning* - ML) é um subcampo da ciência da computação da inteligência artificial. É um método de análise de dados que automatiza a construção de modelos analíticos. A visualização de dados, como vimos, é mais do que apresentação de informações em formato imagético, metafórico, diagramático ou gráfico que possibilita compreender conceitos ou identificar novos padrões, podendo ser inclusive interativa. A tendência atualmente é contarmos com uma mistura entre tecnologias e processos, ou seja, algoritmos de aprendizado de máquina, filtragem de informações e visualização de dados estariam todos num mesmo contexto. Assim sendo, as considerações apresentadas neste artigo devem ser consideradas dentro deste grande universo da inteligência artificial.

Referências

BLACK, Max (1993), More about Metaphor , in ORTONI, Andrew. Metaphor and Thought, Cambridge:University Press.

CARONE NETTO, Modesto (1974). Metáfora e Montagem, São Paulo:ed. Perspectiva, coleção debates.

FEW, S. (2013). 35. Data Visualization for Human Perception, in Soegaard, Mads & Friis Dam, Rikke. The Encyclopedia of Human-Computer Interaction, 2nd Ed. 2013 (In https://www.interaction-design.org/literature/book/the-encyclopedia-of-human-computer-interaction-2nd-ed/data-visualization-for-human-perception (acessado em setembro de 2019).

ROSLING, H. (2006). The best stats you've ever seen, TED talks, in https://www.ted.com/talks/hans_rosling_shows_the_best_stats_you_ve_ever_seen (acessado em setembro de 2019).

LIMA, M (s/). Visual Complexity, in http://www.visualcomplexity.com/vc/ (acessado em setembro de 2019)

LIMA, M (2011). Visual Complexity – Mapping Patterns of Information, New York: Princeton Architectural Press.

LAURENTIZ, S. (2013). **I-flux-um sistema poético interativo e as relações dinâmicas entre suas partes**, 11º Encontro Internacional de Arte e Tecnologia, #12art, 2013, in https://art.medialab.ufg.br/up/779/o/i-flux_Laurentiz_20132.pdf (acessado em setembro 2019).

LAURENTIZ, S. (2013b). **I-flux- I-FLUX – Uma visualização poética de dados**. 22º Encontro ANPAP, in in http://www.anpap.org.br/anais/2013/ANAIS/simposios/09/Silvia%20Laurentiz.pdf (acessado em setembro 2019).

KHAN, M. & SHAH, S. (2011). **Data and Information Visualization Methods, and Interactive Mechanisms: A Survey.** International Journal of Computer Applications. 34. 1-14. In https://www.researchgate.net/publication/264623537 (acessado em setembro de 2019).

RICOEUR, Paul (1992). O Processo Metafórico como cognição, imaginação e sentimento , in SACKS, Sheldon (org.). **Da Metáfora**. São Paulo:Educ, pgs 145-160.

SEMIDÃO, Rafael Aparecido Moron (2014). Dados, Informação e Conhecimento enquanto elementos de compreensão do universo conceitual da ciência da informação: contribuições teóricas, Dissertação de Mestrado em Ciência da Informação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP). In https://www.marilia.unesp.br/Home/Pos-Graduacao/CienciadaInformacao/Dissertacoes/semidao_ram_me_mar.pdf (acessado em setembro de 2019).

SHNEIDERMAN, B. (1996). The Eyes Have It: A Task by Data Type Taxonomy for Information Visualizations, Proceedings 1996 IEEE Symposium on Visual Languages, IEEE, p. 336-343. DOI: https://doi.org/10.1109/VL.1996.545307

VENTURELLI, S., & MELO, M. (2019). O visível do invisível. ARS (São Paulo), 17(35), 203 - 214. https://doi.org/10.11606/issn.2178-0447.ars.2019.152451