



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO  
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS  
ESCOLA DE COMUNICAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM COMUNICAÇÃO E CULTURA

Diogo Duarte Rodrigues

**A CAIXA ESPELHADA:  
EXPLICABILIDADE, INVISIBILIDADE  
E TRANSPARÊNCIA ALGORÍTMICA**

Rio de Janeiro  
2023

## **DIOGO DUARTE RODRIGUES**

A caixa espelhada: invisibilidade, transparência e explicabilidade algorítmica

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Comunicação e Cultura (Tecnologias da Comunicação e Estéticas) da Escola de Comunicação da Universidade Federal do Rio de Janeiro como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor em Comunicação e Cultura.

Orientador: Professor Dr. Giuseppe Mario Cocco

Rio de Janeiro, RJ  
2023

CIP - Catalogação na Publicação

R696 Rodrigues, Diogo Duarte.  
A caixa espelhada: invisibilidade, transparência e explicabilidade algorítmica / Diogo Duarte Rodrigues. Rio de Janeiro, 2023.  
165f. : il.

Orientador: Giuseppe Mario Cocco.

Tese (doutorado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Comunicação, Programa de Pós-Graduação em Comunicação e Cultura, 2023.

1. Algoritmos computacionais. 2. Sociologia da comunicação. 3. Inteligência artificial. 4. Educação midiática. I. Cocco, Giuseppe. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Escola de Comunicação.

CDD: 302.231

DIOGO DUARTE RODRIGUES

A caixa espelhada: invisibilidade, transparência e explicabilidade algorítmica

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Comunicação e Cultura (Tecnologias da Comunicação e Estéticas) da Escola de Comunicação da Universidade Federal do Rio de Janeiro como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor em Comunicação e Cultura.

Apresentada em: \_\_\_\_\_

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Giuseppe Mario Cocco - Orientador  
UFRJ

---

Prof. Dr. Eduardo Barros Mariutti  
IE/UNICAMP

---

Prof. Dr. Marcelo Fernandes Pereira  
PUC-RJ

---

Prof. Dr. Marcos do Couto Bezerra Cavalcanti  
UFRJ

---

Prof. Dr. Murilo Duarte Costa Corrêa  
UEPG

Rio de Janeiro, RJ  
2023

Esta tese é dedicada à minha filha, Sofia, à minha esposa, Caroline, ao meu irmão, Gustavo, à minha mãe, Dulcinéa, e ao meu avô, João Elias. Vocês cinco ensinaram, ensinam e continuarão ensinando a mim as lições mais importantes que conheço.

## AGRADECIMENTOS

Inicialmente, meus agradecimentos vão aos professores que, de alguma maneira, me incentivaram a seguir na caminhada do aperfeiçoamento acadêmico. Em especial, aos professores Pablo Laignier, Nilmar Figueiredo, Antônio José Dias e André Corrêa, que como colegas, amigos e professores, enxergaram em mim algum tipo de potencial nessa jornada acadêmica.

Aos colegas da ECO-UFRJ, especialmente pelos debates e seminários valiosíssimos do iAlgo, liderados pelo professor Giuseppe Cocco. Aos meus colegas da Gran Faculdade, que compartilharam comigo o desafio de erguer uma faculdade em aproximadamente seis meses, enquanto eu caminhava com o desenvolvimento desta tese. Ana, Alexandre, Amilton, André, Igor, Lisânia e Pellon, vocês são incríveis.

Aos membros desta banca, por aceitarem participar deste momento único da minha trajetória, também agradeço por todas as contribuições desde a banca de qualificação e já, antecipadamente, pelas observações relevantes que ajudarão a agregar valor ao meu trabalho. O meu muitíssimo obrigado ao professor Giuseppe, que aceitou ser meu orientador em um contexto de mudanças políticas e tecnológicas desafiadoras; e por não desistir deste orientando nada exemplar. É uma enorme honra poder tê-lo como meu orientador.

Agradeço imensamente aos autores e autoras que me permitiram construir o caminho até a presente tese e têm sido verdadeiras fontes referenciais e inspiracionais, em especial aos que são mencionados no texto da tese. Entender quão antigos são certos debates, compreender o trabalho dedicado por trás de cada conceito é, realmente, uma dívida além de uma jornada que deságua na humildade. Cada segundo em que me dediquei lendo, anotando, ouvindo e pensando sobre a minha tese só me fez ter certeza da quantidade de décadas que seriam necessárias para ter algum mínimo domínio sobre muitos dos conceitos que busquei abordar.

Aos “meus” alunos, que me tiveram, têm e me terão como professor, o meu muito obrigado sincero. Vocês são fonte contínua de aprendizado. Me conectar com vocês é importantíssimo para que eu siga querendo ensinar e aprender cada vez mais.

Agradeço aos meus avós, pais, irmão, primos, tios, padrinhos, compadres e amigos, por toda inspiração e motivação diárias. Correndo enorme risco de deixar alguém de fora,

Rodolfo, Lotfi, Aline, Rafael, Jéssica, Carol, Vanessa, Nilmar, Chiquinho, Anderson, Adriane, Ronaldo, Stella, Almir, Andréa, Aninha, Leira, Rizzaro, Inês, Tatiane, Pedro, Pires, Carla, Carlos, Bia, Cauan (e tantos outros), vocês influenciaram minha trajetória, e estar aqui tem um pouco de cada um de vocês também. Ao meu eterno amigo Alan, que nos deixou em 2022, “achei pouco e quis mais”... obrigado por tantas lições.

Meu falecido avô, João Elias Duarte, muito obrigado por ter me ensinado mais que qualquer professor conseguiu. Mesmo sem ter chegado a cursar o ginásio, gravou em mim os ensinamentos sobre caráter, lealdade, simplicidade e trabalho. É graças a ele que a música e os sintetizadores encontram algum lugar nesta tese; a ele também se deve minha capacidade de ler todas as obras que precisei ler em inglês, e meu primeiro contato com a programação de computadores. Mesmo com muita batalha, ele decidiu investir em minha educação quando meus pais não puderam. À minha mãe, Dulcinéa Duarte, obrigado por ter reforçado desde muito cedo o valor do conhecimento. Agradeço pelos “ditados”, tabuadas, castigos, conselhos e pela luta para me ajudar a chegar até aqui. Eu sei que não foi fácil, e que nada foi muito fácil em sua jornada. Meu irmão, Gustavo Duarte Rodrigues, ainda minha grande fonte de inspiração, desde quando comecei a entender o mundo; obrigado por fomentar as brincadeiras e maluquices que, de algum modo, eu reconheço como processos na escrita desta tese. À minha esposa, Caroline Gomes do Nascimento, por ser a personificação do meu lar e combustível para esta caminhada que ora se encerra. Eu prometo parar (em algum momento). À minha filha, Sofia Gomes Duarte, que nascia quando eu iniciava essa jornada do Doutorado, eu digo: é bom demais aprender a ver o mundo da sua forma; você me ensina diariamente. Além do meu “muito obrigado”, recebam também meus pedidos de desculpas: o doutorando levou muito do tempo e da energia do pai, do marido, do filho e do irmão. De todo modo, é indescritível saber que posso contar com vocês durante qualquer jornada.

*“O saber humano se espalha para todos os lados, a perder de vista, de modo que nenhum indivíduo pode saber sequer a milésima parte daquilo que é digno de ser sabido”.*  
(SCHOPENHAUER, 2011)

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Demonstração de ferramenta de Heatmap: Mouseflow .....	30
Figura 2 – Reprodução dos Bastões de Napier .....	34
Figura 3 – Reprodução da Máquina de calcular de Schikard .....	35
Figura 4 – Reprodução da Pascalina, de Blaise Pascal .....	36
Figura 5 – Reprodução da Máquina calculadora de Leibniz .....	37
Figura 6 – Reprodução do tear de Jacquard, com cartões perfurados em detalhe .....	38
Figura 7 – Representação do projeto da “Máquina de Diferenças”, de Babbage .....	40
Figura 8 – Modelo reduzido da “Máquina Analítica” exposta no museu de Londres .....	41
Figura 9 – O ENIAC em sua forma original .....	43
Figura 10 - Hydraulis conectado a uma turbina de vento .....	47
Figura 11 – <i>Bird whistles</i> .....	47
Figura 12 – Teclado sintetizador K250 .....	48
Figura 13 – Teorizando a relação entre visibilidade e transparência .....	64
Figura 14 – Três níveis de avaliação da explicabilidade .....	68
Figura 15 – Experiência do buquê invertido: original (esquerda) e adaptação (direita) .....	106
Figura 16 – Modelo de três fases da Interação Humano-Computador .....	113
Figura 17 – Estrutura da Usabilidade .....	115
Figura 18 – Adaptação do Modelo de estado anômalo de conhecimento .....	119
Figura 19 – Compreensão na Relação Humano-Algoritmo .....	124
Figura 20 – Resultados e elementos da alfabetização midiática e informacional .....	127
Figura 21 – Resultados e elementos da alfabetização midiática e informacional .....	130
Figura 22 – Alfabetização Midiática e Informacional: uma proposta de matriz conceitual .....	134
Figura 23 – Dimensões e subcategorias da alfabetização algorítmica .....	138
Figura 24 - <i>Regulative Cycle</i> .....	143
Figura 25 – Natureza complementar de pesquisa em Design Science e Ciências Comportamentais .....	144

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Algumas aplicações de algoritmos na atualidade .....	56
Quadro 2 – Potenciais stakeholders em uma aplicação preditiva .....	114
Quadro 3 – Estágios do processo de busca de informação .....	119
Quadro 4 – Conhecimentos, habilidades e atitudes compreendidas na AMI .....	124
Quadro 5 – Resultados e elementos da Alfabetização Digital contempladas no escopo da AMI .....	126
Quadro 6 – Habilidades de educador e objetivos do currículo AMI da UNESCO .....	128
Quadro 7 - <i>Design Science Research guidelines</i> .....	143

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – O que preocupa os estudantes sobre algoritmos computacionais? .....	132
Tabela 2 – Resultados para termos algorítmicos .....	133
Tabela 3 – Comparação quantitativa de termos relacionados a algoritmos em modos ativo e passivo .....	134

## Resumo

RODRIGUES, Diogo. **A caixa espelhada**: explicabilidade, invisibilidade e transparência algorítmica. Orientador: Giuseppe Cocco, 2023, 167 p. Tese (Doutorado em Comunicação e Cultura) – Escola de Comunicação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023.

A presente tese aborda os algoritmos e diferentes conceitos relacionados ao termo em uma perspectiva de investigação dos fenômenos e efeitos gerados a partir da crescente dependência algorítmica nas relações sociais e comerciais. A emergência de uma cultura algorítmica que permeia diferentes extratificações sociais contrastam com o pouco amadurecimento de questões diretamente conectadas aos algoritmos, como transparência, invisibilidade e explicabilidade. Em um cenário de contínua evolução tecnológica, com tendências à automatização e a interações com quantidades de dados cada vez maiores, os usuários sabem o que é um algoritmo? Percebem a existência dessa mediação algorítmica? Se o percebem, conseguem ver os processos e os dados utilizados? Se conseguem ver, são capazes de entender? Na busca pelos caminhos que levam a um real entendimento dos algoritmos pelos usuários, a presente tese se vale de referências bibliográficas dos campos da Ciência da Computação, Ciência da Informação, Design e Comunicação, e mais pontualmente de outras áreas do conhecimento, afim de mostrar como a cultura algorítmica atravessa diferentes esferas da vida cotidiana social e apresenta uma nova alegoria conceitual como hipótese capaz de abarcar a representação de um algoritmo ainda inacessível em diversos aspectos: a caixa espelhada.

**Palavras-chave:** algoritmos; transparência; explicabilidade; invisibilidade; caixa espelhada.

## **Abstract**

RODRIGUES, Diogo. **The mirrored box**: algorithmic transparency, invisibility and explainability. Advisor: Giuseppe Cocco, 2023, 167 p. Thesis (Doctorate in Communication and Culture) – Escola de Comunicação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023.

This thesis addresses algorithms and different concepts related to the term from a perspective of investigating the phenomena and effects generated from the growing algorithmic dependence on social and commercial relationships. The emergence of an algorithmic culture that permeates different social extracts contrasts with the lack of maturity of issues directly connected to algorithms, such as transparency, invisibility and explainability. In a scenario of continuous technological evolution, with tendencies towards automation and interactions with ever-increasing amounts of data, do users know what an algorithm is? Do you realize the existence of this algorithmic mediation? If they do, can they see the processes and data used? If they can see, can they understand? In the search for paths that lead to a real understanding of algorithms by users, this thesis makes use of bibliographical references from the fields of Computer Science, Information Science, Design and Communication, and more specifically from other areas of knowledge, in order to show how algorithmic culture crosses different spheres of everyday social life and presents a new conceptual allegory as a hypothesis capable of encompassing the representation of an algorithm that is still inaccessible in many aspects: the mirrored box.

**Keywords:** algorithms; transparency; explainability; invisibility; mirrored box.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	13
1.1 Objetivos.....	18
2. DE DADOS AO <i>BIG DATA</i> : UMA ANÁLISE SEMÂNTICA INICIAL .....	20
2.1. Dado/Dados .....	20
2.2. Informação .....	22
2.3. Conhecimento .....	24
2.4. <i>Big Data</i> .....	26
2.5. A evolução dos computadores: uma construção contextual .....	30
3. ALGORITMOS .....	45
3.1. A questão da transparência algorítmica .....	57
3.2. Explicabilidade algorítmica .....	64
3.3. Algoritmos invisíveis e a hipótese da caixa espelhada .....	67
4. ESPELHOS MÁGICOS: INCERTEZA, FÉ E ENCANTAMENTO ALGORÍTMICO .....	73
4.1. Entre Animismo, Fetichismo e Tecnologia .....	74
4.2. Incomputabilidade, incerteza e contingência .....	82
4.3. Máquinas, espelhos e a fase mágica simondoniana .....	89
4.3.1. Entre tijolos, espelhos e cristais .....	99
5. PROJETANDO O <i>LOOP</i> : HUMANIDADE E ALGORITMOS .....	109
5.1. Interação Humano-Algoritmo: um caminho para abordagens .....	109
5.2. Alfabetização Midiática e Informacional: caminho para a compreensibilidade? .....	120
5.2.1. Motivações e Contexto .....	121
5.2.2. Algoritmos na AMI .....	132
5.3. <i>Design Science Research</i> : um caminho para um <i>loop</i> sustentável .....	137
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	145
REFERÊNCIAS .....	150

## 1. INTRODUÇÃO

O empoderamento do indivíduo, cada vez mais também usuário no contexto atual, era o combustível da evolução da rede mundial de computadores em suas fases iniciais de disseminação. A internet idealizada por Tim Berners-Lee, de modo que cada indivíduo com um computador pessoal pudesse compartilhar e acessar outros dados disponíveis (BERNERS-LEE, 2000), é bastante diferente das discussões que envolvem transparência, privacidade e os algoritmos na atualidade.

O acesso, citado por Berners-Lee (2000) precisa ser discutido e pensado frente aos novos problemas e inquietações que pairam, muitas vezes ainda embrionariamente, em campos como os das Ciências da Comunicação, da Informação e da Computação. No amplo contexto do *Big Data* – aprofundado em tópico posterior –, há diferentes confluências que modificam diretamente os modos e as possibilidades de acesso à informação. A quantidade de dados que formam esta massa de conteúdo disponível no ciberespaço é, pela primeira vez na história, passível de processamento em frações temporais cada vez mais curtas e, ao mesmo tempo, podem dificultar o real acesso às informações e o consequente empoderamento individual.

As necessidades individuais de encontrar e recuperar informações de modo a preencher lacunas cognitivas - situação que Belkin (1980) chamou de “estado anômalo do conhecimento” - incitou o surgimento de novos dispositivos e técnicas que, por vezes, contaminam ou até deformam os processos de recuperação da informação.

Como primeira delimitação da presente tese, a temática do acesso será abordada apenas a partir dos algoritmos e de seus processos de produção, envolvendo seus inputs e outputs, como uma base para discussão sobre transparência, explicabilidade e entendimento algorítmico. As relações infocomunicacionais, de desdobramentos bem mais profundos e não específicos, ligadas ao termo acesso, não ocuparão espaço na discussão que pretende ser levantada a partir desta obra.

Em um mundo onde máquinas tendem a dominar uma crescente parcela do trabalho crítico e criativo que costumava ser intrinsecamente humano (FINN, 2017), é necessário perceber como os algoritmos de predileção podem funcionar como filtros, na maioria das vezes imperceptíveis aos olhos do cidadão que não estuda, criticamente, comunicação digital. De acordo com Pariser (2012):

A fórmula dos gigantes da internet para essa estratégia de negócios é simples: quanto mais personalizadas forem suas ofertas de informação, mais anúncios eles conseguirão vender e maior será a chance de que você compre os produtos oferecidos. E a fórmula funciona. A Amazon vende bilhões de dólares em produtos prevendo o que cada cliente procura e colocando esses produtos na página principal de sua loja virtual. Até 60% dos filmes alugados pela Netflix vêm de palpites personalizados feitos pelo site sobre as preferências dos clientes. (PARISER, 2012, p. 13).

Esses filtros funcionam como verdadeiras bolhas que, de certo modo, restringem os usuários com base em suas preferências (PARISER, 2012). Como verdadeira representação prática do que se passou a chamar de *Big Data*, os filtros invisíveis estão em boa parte dos serviços que são utilizados para realizar uma busca na internet. Baseados em nossos históricos e preferências, Google, Facebook, Amazon, Microsoft, Apple e outras gigantes da rede apresentam conteúdos totalmente filtrados por algoritmos alimentados constantemente por novos parâmetros a fim de poupar seus usuários de um “esforço desnecessário”.

A chamada era do *Big Data* trouxe consigo questões importantíssimas sobre o potencial real da informação em contexto de “explosão informacional”. Houve uma importante mudança no modo de interação interpessoal e, ainda, na interação entre pessoas e conteúdos. A lógica da valorização do imaterial (GORZ, 2003) fez emergir um sistema de capitalização dos ativos intangíveis e uma economia baseada em propriedade intelectual e de estoques de dados. Tal sistema, fundamentado na acumulação de capitais imateriais, na disseminação de conhecimento e no papel protagonista da economia do conhecimento, é chamado de capitalismo cognitivo (BOUTANG, 2011).

A transformação social, a partir da ótica do capitalismo cognitivo tem fortes influências no modelo de trabalho e produção, mas transborda para permear diversos campos de debate por abordar alterações nas dinâmicas de consumo e de comunicação. Lazzarato e Negri (2001) afirmam que:

[...] o trabalho se transforma em trabalho imaterial e o trabalho imaterial é reconhecido como base fundamental da produção, este processo não investe somente a produção, mas a forma inteira do ciclo 'reprodução-consumo': o trabalho imaterial não se reproduz (e não reproduz a sociedade) na forma de exploração, mas na forma de reprodução da subjetividade (LAZZARATO; NEGRI, 2001, p. 30).

Em um mundo regido pelo imaterial e pelo avanço tecnológico, as produções de subjetividade e da própria tecnologia passam a dominar o planejamento educacional e laboral da sociedade. Nesse contexto, a produção de softwares, aplicações e algoritmos ganham espaço como atividade-chave para a manutenção da empregabilidade (ou da

trabalhabilidade). E, mesmo para os que estão bem inseridos nesse mercado, há na evolução da - assim chamada - inteligência artificial um temor relacionado à capacidade crescente de aprimoramento, manutenção, replicação e até criação autônoma de novos artefatos informacionais da mesma natureza.

Apesar de iniciativas que incentivam o livre conhecimento e até a valorização de uma cultura hacker (GORZ, 2003. WARK, 2004), há questões de cunho sociotécnico e que atuam como forças importantes nesse processo. Dialogando com Crary (2014), há, por exemplo, uma lógica mercantilista por trás da ideia de empoderamento do consumidor de informação, agora também produtor. Tal produção de conteúdo também é alienante (CRARY, 2014) e serve às grandes corporações detentoras do poder no cenário capitalista cognitivista.

Além das questões supracitadas, há, na própria lógica do capitalismo de plataforma, um incentivo à proteção intelectual de tais construções imateriais tecnológicas (PASQUALE, 2015; DIAKOPOULOS, 2016). Ao passo em que a propriedade intelectual e a experiência nas operações algorítmicas se concentram nas mãos das grandes corporações do campo tecnológico, conhecidas como *Big Techs*, sobrepõem-se as barreiras e cresce a dificuldade ao pensar em algum tipo de regulação ou iniciativa pública.

Essa tendência à opacidade e à centralização de dados nos afasta da proposta otimista e inicial da internet, como pontua Mosco.

Se a Internet original era basicamente democrática, pluralista e descentralizada, pelo contrário, a nova Internet está organizada de forma cada vez mais hierárquica. Suporta novos processos de apropriação da propriedade dos meios de produção (as poderosas estruturas computacionais reunidas nos centros de dados), algoritmos e dados, que - como afirmamos acima - são a principal matéria-prima do capitalismo de plataforma: A pluralidade dos servidores que representam a base da Internet original se desenvolveram em um sistema global e centralizado feito de centros de dados, que contêm dezenas ou centenas de milhares de servidores interconectados usados principalmente por empresas privadas e por agentes estatais, militares e de inteligência<sup>1</sup> (MOSCO, 2016).

Há, ainda, em tais corporações, uma tendência transnacional e transcontinental que

---

<sup>1</sup> Tradução do autor para “If the original Internet was basically democratic, pluralist and decentralised, on the contrary the new Internet is organised in an increasingly hierarchical form. It supports new processes of appropriation of ownership of the means of production (the powerful computational structures gathered in the data centres), algorithms and data, which - as we have stated above - are the main raw material of platform capitalism: The plurality of the servers representing the basis of the original Internet has developed into a global and centralised system made of data centres, which contain tens or hundreds of thousands of interconnected servers mainly used by private companies and by state, military and intelligence agents”.

dificulta qualquer tipo de iniciativa regulatória. A força e a soberania das nações decrescem diante da concentração de ativos intangíveis cada vez mais valiosos, colocando, potencialmente, em questão a própria autoridade de países (BRATTON, 2016; SRNICEK, 2017).

Segundo Srnicek (2017), as *Big Techs*, protagonistas do capitalismo de plataforma, passam a exercer uma dupla função como atores políticos e, também econômicos. É possível que nessa relação entre público e privado coexista uma relação transparente com a sociedade? Ou será que o lado privado surge no momento de proteger suas propriedades intelectuais e vantagens competitivas mercadológicas e a face pública se apresenta somente para exercer sua influência e aprimorar sua capacidade de captar recursos? O comum se torna privado na mesma velocidade em que um minério é garimpado no ambiente natural. O termo mineração de dados faz mais sentido do que jamais fez.

Ainda que haja campo para a discussão sobre a educação midiática e informacional, necessária para que, individualmente, os atores sociais sejam capazes de perceber o invisível e exigir transparência nesse contexto (RODRIGUES, 2017), não há aqui qualquer fórmula ou padrão processual estabelecido para que, simplesmente, os dados da população deixem de ser tratados por tais corporações. Apesar das críticas ao modelo econômico vigente, se mostra mais plausível criticar a opacidade destes processos de coleta e análise, buscando por soluções que permitam a paradoxal transparência do invisível.

Quando filtros algorítmicos invisíveis se tornam opacos, o paradoxo parece se tornar ainda maior. Na relação entre governo e sociedade na China, por exemplo, há cada vez mais invisibilidade e opacidade. O sistema de governança que se ergue desde 2014, com pesados investimentos em tecnologia e parcerias - também opacas - com a iniciativa privada, se mostra paradoxal em diversos aspectos. O sistema de créditos sociais chinês<sup>2</sup>, por exemplo, potencializa um distanciamento ainda maior entre a internet democrática dos sonhos da década de 90 e a internet hierarquizada e vigilante dos dias atuais.

A partir do breve contexto exposto e da tendência perceptível de uma mediação algorítmica cada vez maior nas mais diversas áreas da sociedade, duas perguntas cruciais passam a guiar a presente tese. Primeiramente: quais são os principais obstáculos para os

---

<sup>2</sup> Disponível em: <https://www.technologyreview.com/s/611815/who-needs-democracy-when-you-have-data/>. Acesso em 11/09/2020.

avanços que permitam o desenvolvimento de algoritmos mais transparentes, visíveis, interpretáveis, explicáveis e compreensíveis? Posteriormente, a busca será por um entendimento e verificação de possíveis caminhos metodológicos e abordagens que apoiem tanto o desenvolvimento de algoritmos com tais características como a facilitação da percepção, interpretação e compreensão por parte da população que os utilizam no contexto atual.

Como obstáculos hipotéticos para um cenário da transparência, explicabilidade, interpretabilidade e compreensão dos algoritmos, emergem a pouca maturidade das discussões sobre o conceito de algoritmo, a característica de vantagem competitiva atribuída a tais algoritmos sob uma perspectiva mercadológica, e uma possível atribuição mágica e sagrada aos algoritmos por parte dos seres humanos. Em conjunto, essas características reforçam ou potencializam a atribuição de sentido a esses algoritmos como inalcançáveis, sigilosos e potencialmente ludibriante. Hipoteticamente, os caminhos para a transparência algorítmica passam, por uma mudança na maneira como estes são produzidos e revisados, adicionando camadas de cientificidade ao processo, como revisão por pares, por exemplo. A *Design Science Research* (DSR) será mencionada, a partir daqui, como uma metodologia potencialmente aplicada a este processo de construção, e parte dos objetivos específicos será a verificação da aderência de tal método com base nos pressupostos da IHA (Interação Humano-Algoritmo) e de bases teóricas auxiliares.

Os caminhos hipotéticos para transpor os desafios supracitados passam pelas melhorias processuais já citadas anteriormente, de modo a permitir maior explicabilidade e interpretabilidade nos modelos algorítmicos que mediam, direta ou indiretamente, atores sociais diuturnamente e, também, pela adoção da AMI por sistemas educacionais, conforme a UNESCO vem defendendo consistentemente no decorrer dos últimos anos.

A base metodológica dessa pesquisa se estabelece como bibliográfica de caráter exploratório. Uma pesquisa bibliográfica pode ser definida como “um apanhado geral sobre os principais trabalhos já realizados, revestidos de importância, por serem capazes de fornecer dados atuais e relevantes relacionados com o tema” (LAKATOS; MARCONI, 1996, p. 23-24).

Embora em quase todos os estudos seja exigido algum tipo de trabalho baseado em documentação indireta (LAKATOS; MARCONI, 2001, p. 43), há pesquisas desenvolvidas exclusivamente a partir de fontes bibliográficas. Boa parte dos estudos exploratórios pode ser definida como pesquisas bibliográficas (GIL, 2002, p. 44).

Para Gil (2002), as pesquisas exploratórias têm o seguinte objetivo:

[...] proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a constituir hipóteses. Pode-se dizer que estas pesquisas têm como objetivo principal o aprimoramento de idéias ou a descoberta de intuições. Seu planejamento é, portanto, bastante flexível, de modo que possibilite a consideração dos mais variados aspectos relativos ao fato estudado. (GIL, 2002, p. 41)

Apesar de abordar algumas etapas que constituem uma pesquisa bibliográfica, Gil (2002) afirma que qualquer tentativa de apresentar um modelo para desenvolvimento de uma pesquisa bibliográfica deverá ser entendida como arbitrária. Tanto é que os modelos apresentados pelos autores que tratam desse assunto diferem significativamente entre si (GIL, 2002).

Apesar de potencialmente caracterizada como conceitual e dependente de descrições muito técnicas, esta é uma pesquisa firmada no campo das Ciências Sociais Aplicadas, e como tal, inclui o próprio autor como participante de experiências e pontos de vista que não estarão fora do texto aqui apresentado. Em “O olhar no espelho: ‘Conversas’ sobre a Pesquisa em Ciências Sociais”, Eduardo Tomanik confirma, logo no trecho em que justifica o título de sua obra, um ponto que tem relação direta não somente com o título desta tese, mas com sua natureza metodológica: a própria característica reflexiva do cientista social.

Ao estudar um aspecto qualquer da vida humana – seja este aspecto uma característica particular de uma pessoa ou um amplo processo coletivo – o cientista social estará também, inevitavelmente, refletindo sobre si mesmo. Para ele, não há como não ser, ao mesmo tempo, pesquisador e pesquisado. Mais ainda; ao realizar seus estudos, o cientista social sofre sempre múltiplas influências: das idéias próprias de sua época, das crenças e interesses de seu grupo e mesmo de suas disposições pessoais mais ou menos duradouras. O que, afinal, consegue ver, é sempre uma imagem, por vezes bastante fiel, mas nunca idêntica à realidade. Tal como ao olhar-se ao espelho, o que um ser humano vê é algo parecido consigo, mas que não é ele. Bidimensional, invertida, a imagem jamais se igualará a ele, embora o reproduza. Por outro lado, a imagem percebida não é necessariamente a que o espelho mostra; é uma outra, parecida, mas que inclui também tudo em que aquele ser pensa, crê, o que pretende e sente sobre si mesmo. Ao olhar no espelho, o ser humano é, ao mesmo tempo, o que vê e o que é visto. (TOMANIK, 2004, p. 11)

## 1.1 Objetivos

O objetivo geral da presente tese é discutir alguns dos conceitos e relações vinculados a/que emergem a partir dos algoritmos, com grande ênfase em questões que guiam a problematização deste trabalho, como a explicabilidade, a invisibilidade e a transparência algorítmica, a partir de informações de cunho bibliográfico e documental.

Como objetivos específicos, listam-se:

- Realizar uma revisão bibliográfica sobre o conceito de algoritmo e de sua evolução, e da cultura algorítmica, visando um melhor entendimento básico antes do aprofundamento em questões algorítmicas mais complexas;
- Inaugurar a alegoria conceitual da caixa espelhada, a partir das discussões sobre invisibilidade algorítmica e discutir os desdobramentos possíveis de seu uso para uma compreensão de alguns fenômenos explorados no decorrer da tese;
- Discutir os conceitos de transparência e explicabilidade no contexto algorítmico, a partir da hipótese de que tais conceitos são cruciais na busca por um real entendimento sobre algoritmos a partir de uma pesquisa bibliográfica exploratória;
- Abordar os conceitos de Alfabetização Midiática e Informacional enquanto sistema de saberes passível de implementação para contemplar as questões que emergem a partir da incompreensibilidade de algoritmos pela população;
- Abordar a Design Science Research enquanto método potencial para a criação de algoritmos com maior potencial de explicabilidade e interpretabilidade.

## 2. DE DADOS AO *BIG DATA*: UMA ANÁLISE SEMÂNTICA INICIAL

O contexto de *Big Data* e das dinâmicas algorítmicas que permeiam nossos cotidianos podem ser melhor compreendidos se explorarmos separadamente os conceitos de dado, informação, conhecimento e *Big Data*, para que, posteriormente seja possível abordar os algoritmos e algumas questões que emergem a partir de sua relevância atual. Na busca de uma compreensão etimológica dos termos, a abordagem de Semidão (2014) será de grande auxílio nos tópicos que seguem.

### 2.1 Dado/Dados

Em uma abordagem propriamente etimológica, o Dicionário Português-Latino (TORRINHA, 1998, p. 349) exhibe o seguinte verbete para definição do termo dado (não há, nesse dicionário, um verbete dedicado especificamente à expressão plural do termo):

Dado: part. e adj. 1. De que se fez presente: *dat*us, cic.; *donatus*, caes. *Condonatus*, cic. 2. Fornecido, oferecido: *dat*us, cic.; *oblatus*, verg.; *praetibus*, sall. // Numa linha dada. (t. de geom.): *in data linea*, *quint*. 3. Entregue: *dat*us, *traditus*, cic. 4. Concedido, permitido, hor.: “Porque não lhes é dado ser livres?": *Cur his esse liberis no licet?* Cic. 5 Atribuído, consagrado: *dat*us, verg. // Nome dado: nomen impositum, lucr. // Tempo dado.: *absumtum tempus in re*. 6. Inclinado, propenso: *detibus*, cic. *Devotus*, *phaed*. 7. V. gratuito, afável. 8. Dado que, conj.: *quamvis*, *etsi*, *tametsi*, cic. (TORRINHA, 1998, p. 349)

Desse conjunto de acepções, é possível depreender algumas noções centrais acerca dos usos do vocábulo “dado” cristalizados nas supracitadas expressões latinas, dentre essas noções a compreensão de algo acontecido, realizado, feito, e que se tornou irrevogável ou necessário (de *nec cedere*: que não cede, que não se desfaz, que não volta ao nada); como por exemplo as expressões: “De que se fez presente” (TORRINHA, 1998, p. 349) (no sentido ontológico de que entrou na esfera do ser e não regride mais ao nada); “Atribuído, consagrado” (TORRINHA, 1998, p. 349). Dado, desse modo, figura como “fato” ou “átomo”, um elemento bruto, desprovido de significação imediata. Algo perceptível e de baixo teor semântico. (SEMIDÃO, 2014)

Há no uso do termo em sua forma singular, na língua portuguesa, uma característica como a que de um fragmento. Algo que depende de um coletivo para que algum significado

ou sentido seja possível. Já o dicionário Oxford (2013, apud SEMIDÃO, 2014) registra as seguintes definições e origem do termo plural dados (*data*):

Substantivo (usado como singular ou plural): • Fatos e estatísticas coletadas juntas para fim de referência ou análise. • Computação de quantidades, caracteres ou símbolos em que as operações são executadas por um computador, sendo armazenados e transmitidos na forma de sinais elétricos, e gravados em mídias de gravação magnética, óptica ou mecânica. • Em filosofia: coisas conhecidas ou assumidas como fatos, e constituindo a base do raciocínio ou cálculo. Origem: Meados do século dezessete (como um termo filosófico): Em latim, *data* é o plural de *datum*. Historicamente e em áreas científicas especializadas, o termo *data*, em inglês, é tratado como plural, tendo um verbo correspondente no plural, como na frase: 'dados foram coletados e classificados'. Em se tratando, no entanto, de uso moderno não científico, *data* geralmente não é empregado como um termo plural. Em vez disso, é tratado como um substantivo incontável (*mass noun* ou *uncountable noun*), semelhante a uma palavra como informação, levando um verbo correspondente no singular. Frases como 'os dados foi (*the data was*) coletados ao longo de vários anos' são agora amplamente aceitas em inglês padrão. (OXFORD, 2013, apud SEMIDÃO, p. 71)

A versão do termo singular (*datum* em inglês) no mesmo dicionário apresenta uma origem que se apresenta como posterior ao termo no plural (*data* em inglês), e parece ter um sentido muito mais contextual ou situacional.

Substantivo: • um pedaço de informação. • uma suposição ou premissa a partir da qual inferências podem ser tiradas. • um ponto de partida fixo de uma escala ou operação. Origem: Meados do século dezoito: do latim, literalmente "algo dado", particípio passado neutro de *dare* (dar). (OXFORD, 2013, apud SEMIDÃO, p. 72)

Talvez seja indício de uma compreensão inicial de que somente o conjunto dos dados seja significativo ou relevante para os fins que se propunham naquela época. Mas essa inferência não pode ser comprovada. Ademais, essa questão da precedência de uso de um termo com relação ao outro fica desprovida de fundamentos históricos, já que, como se verá a seguir, uma versão impressa do mesmo dicionário destaca uma forma de uso do termo dados antes dos séculos dezessete e dezoito, retrocedendo até o século dezesseis. (SEMIDÃO, 2014)

Na língua inglesa, os termos ganham um caráter cognitivo considerável. Exemplos disso são as definições: "Fatos e estatísticas coletadas juntas para fim de referência ou análise" (OXFORD, 2013 apud SEMIDÃO, 2014, p. 71); "coisas conhecidas ou assumidas como fatos, e constituindo a base do raciocínio ou cálculo" (OXFORD, 2013 apud SEMIDÃO, 2014, p. 71); "um pedaço de informação" (OXFORD, 2013 apud SEMIDÃO, 2014, p. 72); "uma suposição ou premissa a partir da qual inferências podem ser tiradas" (OXFORD, 2013 apud SEMIDÃO, 2014, p. 72).

Mantendo a atribuição de algo fixo, algo existente ou dado, um fato; ao mesmo tempo, no inglês fundamentado no latim, há como que um visível desdobramento a partir da percepção dos dados na direção de um patamar mais dotado de significação. De acordo com Semidão (2014), as definições podem ganhar uma remota noção de “processo” e processo cognitivo (de conhecer), já que do dado ou dos dados se chega a algum procedimento racional (inferência, análise, cálculo).

Tal noção, que podemos chamar de mais racional em oposição à mais contextual – citada anteriormente –, ganha mais força no contexto computacional e nas operações que se colocam entre *inputs* e *outputs* na extensão de um algoritmo.

## 2.2 Informação

Há no conceito de informação uma importância conectiva, fundamental no entendimento dos conceitos de dado e de conhecimento. Para a finalidade da tese aqui proposta, este item abordará alguns conceitos de informação, para além das definições estabelecidas em dicionários ou mais comumente utilizadas socialmente.

De acordo com Bateson (1972), “a unidade elementar de informação é uma diferença que faz diferença”. O autor não utiliza o termo “dado” para se referir a tal unidade mínima, mas permite o desenvolvimento da noção de informação como algo construído, ou um conjunto. Ao ser adequadamente apropriada, a informação passa a ser elemento modificador da consciência, produzindo conhecimento e modificando o estoque mental de saber do indivíduo; traz benefícios para seu desenvolvimento e para o bem-estar da sociedade em que vive (BARRETO, 1997).

Informação e conhecimento se integram em processos cognitivos como fatores basicamente indissociáveis e indivisíveis, tal como definiu Davenport: “o conhecimento é a informação em ação” (DAVENPORT, 1998). Ou como sintetizaram Wersig e Nevelling: “informação é conhecimento (para) ação” (WERSIG; NEVELLING, 1975). Portanto, não seria incorreto afirmar que é de uso comum e aceito, especialmente no campo da Ciência da Informação, a conceituação de informação como insumo ou condição básica para o desenvolvimento econômico juntamente com o capital, o trabalho e a matéria-prima (CAPURRO; HJORLAND, 2007).

A noção de informação e de conhecimento unidos como elementos de ação cognitiva e como processos constituintes da vida ainda é reforçada por Le Coadic, ao falar sobre ciência e informação: “Sem informação, a ciência não pode se desenvolver e viver. Sem informação a pesquisa seria inútil e o conhecimento não existiria” (LE COADIC, 2004).

Sobre informação, o dicionário Português-Latino apresenta as seguintes definições:

Informação: f. Indagação sobre alguém ou alguma coisa, comunicação: *indagativo*, f. *investigatio*, f. *disquisitio*, f. *percontatio*, f. cic. 1. Ir tirar informações: *inquisitum ire*, cic. // Tirar informações a alguém: *exquirere* ou *percontari ab aliquo*, cic. // Tirar informações exatas: *diligentius cuncta cognoscere*, curt., // Dar ou transmitir informações a alguém: *certiorem facere aliquem (de re aliqua)*, liv., *docere aliquem ali quid*, cic. // Receber informações: *cognoscere* ou *audire aliquid (de aliqua re)*. (TORRINHA, 1998, 669)

Nos contextos de recebimento/recuperação da informação, o verbete *cognoscere* – que significa conhecer – é exibido, permitindo uma relação bastante forte com o processo de conhecer algo ou alguém. Nesse sentido, a informação continuaria sendo a matéria-prima do conhecimento.

Já no dicionário Oxford (2013), não há uma expressão direta da correlação entre informação e conhecimento:

Substantivo: • Fatos fornecidos ou apreendidos sobre algo ou alguém: uma peça vital de informação. • Aspecto legal: uma acusação criminal formal apresentada a um tribunal ou a magistrado por um promotor sem o recurso a um júri: o inquilino pode apresentar uma ‘informação’ contra o proprietário do imóvel alugado. • O que é transmitido ou representado por um arranjo especial ou por uma sequência de coisas: informação transmitida geneticamente. • Computação de dados processados, armazenados ou transmitidos por um computador. • Teoria da Informação: uma quantidade matemática que expressa a probabilidade de ocorrência de uma sequência particular de símbolos, impulsos, etc., em contraste com a de sequências alternativas. Origem: Período medieval tardio (também na acepção de “formação da mente, aprendizado”), por meio do termo em francês antigo derivado do substantivo latino *informatio*, e do verbo latino *informare*. (OXFORD, 2013 apud SEMIDÃO, 2014, p. 75)

A noção apresentada acima se assemelha bastante, em alguns pontos, com a própria noção de dados, como em “Fatos fornecidos ou apreendidos sobre algo ou alguém”. A diferença é que, ao tratar de dados, fala-se de uma análise posterior enquanto, no trecho destacado sobre informação, o termo “apreendido” revela um processo cognitivo, que pode ser compreendido como um potencial de transformação desses dados em informação ou informações.

Por outro lado, as relações matemáticas e computacionais expressas nas explicações do substantivo mostram que não há uma exclusividade no uso do termo para

construção de conhecimento humano e, também, não é possível falar de processo cognitivo nesse contexto.

De acordo com Buckland e Liu, a informação pode se apresentar de dois modos: a informação como entidade seria aquilo que se consolida como o conhecimento acumulado, mas intangível, que quando registrado se tangibiliza como algo e é transformado em dados, documentos, conhecimento registrado. Já a informação como processo seria o “ato de comunicar conhecimento”, aquilo que se vai se consolidando com o conhecimento acumulado na mente, “tornar-se informado”. Também intangível, se tangibiliza através de processos, tal como o processamento de informação, de dados, informação em fluxo. (BUCKLAND; LIU, p. 395)

Processo ou produto deste processo (entidade), a informação é conceito fundamental para compreender as dinâmicas, algorítmicas ou não, de nossa sociedade. Em um mundo de intangibilidades construídas e comunicadas a partir de artefatos, plataformas e meios que se erguem diuturnamente, pensar na cognição como algo ainda tão humano e fundamental parece inocência, mas continua prevalecendo como base para o conhecimento.

## 2.3 Conhecimento

O Dicionário Português-Latino (TORRINHA, 1998, p. 298) exhibe o seguinte sobre o termo “conhecimento”:

Conhecimento: m. 1. Acção de conhecer, noção, ideia: *cognitio*, f., *notitia*, f., *notio*, f., *agnitio*, f., *scientia*, f., *prodentia*, f., *intelligentia*, f. cic., *intellectus*, m. tac. // O conhecimento das coisas: *causarum cognitio*, cic. // O conhecimento da verdade: *veri notio*, cic. // Perfeito conhecimento da verdade: *veri perspicentia*, cic. // O conhecimento da alma: *agnitio animi*, cic. // Conhecimento dum língua: *linguae scientia*, cic. // Conhecimento da literatura: *litterarum scientia*, cic. // Conhecimento dos lugares: *locorum notitia*, caes. // Conhecimento das suas culpas: *conscientia peccatorum suorum*, cic. // Nenhum conhecimento de si mesmo: *sui ignoratio*, cic. // Conhecimento do futuro: *futararum rerum scientia* ou *noscere* ou *cognoscere (aliquad)*, cic. // Isto é do conhecimento de todos: *haec patente et nota sunt omnibus* cic. // De tudo isto tendes um conhecimento mais perfeito do que nós: *ea multo quam nos habes notiora*, cic. // Os que não têm conhecimento da lei: *imprudentes legis*, cic. // com conhecimento de causa: *explorate* adv. cic.; *re perspecta et cognitio*, cic.; *scientes*, adv. plin. // Que procede com conhecimento de causa: *sciens prudensque, prudens ac sciens*, adj. cic. // Procedem com inteiro conhecimento de causa: *volantes sciente que faciunte*, sem. 2. Efeito de conhecer, o que se sabe de alguém: *cognitio*, f. ter., *notitia*, f. plin. // Tenho conhecimento de: *cognovi*, sall.; *audivi, inaudivi, comperi, notum habeo*, cic. // Logo que teve conhecimento destes preparativos: *ubi ea parari cognovit*, liv. // Os atenienses

rejeitarameste plano, sem dele terem tomado conhecimento: *atenienses totam eam reum, quam ne audierant quidem repudioverunt*, cic. // Sem eu ter conhecimento: *insciente me*, ou *me ignaro*, cic. 3. Pl. Saber, instrução: *scientia*, f., *humanitas*, f., *artes*, *ium*, f. pl., *disciplinae*, f. pl., *litterae*, f. pl., *studia*, n. pl. cic. // Conhecimentos adquiridos: *scientia*, col. // Outros conhecimentos: *aterarum artium scientia*, cic. // Os mais variados conhecimentos: *omne genus humanitatis*, cic. // Distinguiu-se pelos mais variados conhecimentos: *omne genere prudentiae praestitit*, cic. // Abranger todos os conhecimentos: *rerum scientiam complecti*, cic. // Possuía os mais vastos conhecimentos: *erat perfect planeque institutos*, cic. // Que possui conhecimentos literários: *litteris tinctus*, cic. 4. Direito de justificar certos assuntos: *notio*, f. cic.; *cognitio*, f. *quint*. // (As causas) cujo conhecimento pertencia aos pretores: *quae a praetoribus noscebantur*, tac. 5. Relações (sociais); amizade: *notitia*, f., *consuetudo inis*, f., *usus*, *us*, *m. cic.*, *familiaretas*, f. ter. // Conhecimento mais íntimo: *interios societas*, cic. // Tomar conhecimento com alguém: *consuetudinem cum aliquo iungere* ou *facere*, cic. // Chamar aqueles que são do meu conhecimento: *quem quisque notum habet, evocat*, caes. 6. T. com. Documento que se passa ou dá: *syngraphus*, m. pl. *syngrapha*, f. cic. 7. V. Noção, razão // perder o conhecimento de tudo: *mentes compoten no esse*, cic.

Ter conhecimento seria um estado e assimilação de conhecimento seria uma alteração (portanto movimento, ato) desse estado por meio de *notio* (noção); *cognitio* (cognição); *notitia* (notícia ou informação); e *scientia* (ciência).

A ideia se assemelha ao proposto por Aldo Barreto. Ele afirma que o conhecimento pode ser visto como toda alteração provocada no estado cognitivo do indivíduo, isto é, no seu acervo mental de saber acumulado, proveniente de uma interação positiva com uma estrutura de informação. Seria também desenvolvimento, de uma forma ampla e geral, como um acréscimo de bem-estar; um novo estágio de qualidade de convivência que seria alcançado através da informação (BARRETO, 1997).

Mantendo a extensão da análise do termo para o idioma inglês, temos, a partir do dicionário Oxford (2013 apud Semedão, 2014):

Substantivo: • Fatos, informações e competências adquiridas por uma pessoa através da experiência ou da educação. A compreensão teórica ou prática de um sujeito. • Uma sede de conhecimento. • Seu considerável conhecimento de antiguidades. • O que se sabe em um determinado campo ou no total; fatos e informações: a transmissão de conhecimentos. • Verdade filosófica, crença justificada; certa compreensão, em oposição à opinião. • Consciência ou familiaridade adquirida pela experiência de um fato ou situação: o programa vem sendo desenvolvido sem o seu conhecimento ele negou todo o conhecimento dos incidentes durante a noite. Origem: Inglês medieval (originalmente como um verbo no sentido de "reconhecer" (tanto *acknowledge*, quanto *recognize*), mais tarde, como um substantivo): a partir de um composto com base em inglês antigo *cnāwan*. (OXFORD, 2013 apud SEMIDÃO, 2014, p. 80)

Apesar das noções que conectam bastante o conhecimento a uma categoria de entidade ou produto de uma determinada ação, a ideia de processo também pode ser vislumbrada, ainda que não seja enfatizada na definição, pela acepção de conhecimento como transmissão de fatos e de informação que, em paralelo com a definição de

conhecimento em função de aquisição de fato e de informação, revela um movimento dual de abranger e difundir, de assimilar e comunicar; tais quais inspiração e expiração. Tal dualidade presente no termo será importante para a compreensão da explicabilidade algorítmica, que será abordada em oportunidade posterior no texto.

## 2.4 *Big Data*

Por se tratar de um fenômeno mais contextual e, com presença marcante somente há cerca de uma década em nossa sociedade, o presente tópico não se valerá da mesma estrutura metodológica dos tópicos anteriores para apresentação do termo que o nomeia. O caminho em direção ao entendimento do *Big Data* utilizará somente livros e artigos sobre o tema, e não mais as explicações a partir de verbetes presentes em alguns dicionários utilizados até aqui.

*Big Data* é uma massa de dados que excede a capacidade de processamento dos sistemas de bases de dados convencionais. A massa de dados é muito grande, se move muito rapidamente, ou não se enquadra nas restrições das arquiteturas de suas bases de dados. Para ganhar valor a partir desses dados, você deve escolher um meio alternativo de processá-lo<sup>3</sup>. (DUMBILL, 2012, p. 3).

De acordo com Choo (2006), o conhecimento é a aplicação de coleta de dados e informações adequadas. Em um contexto de *Big Data*, os processos de coleta e processamento de dados precisam de um aumento da capacidade de processamento, assim como cita Dumbill (2012). Na jornada das organizações e órgãos estaduais rumo a um melhor aproveitamento deste fluxo de dados cada vez maior, emergem alguns processos de automação.

Esse processo de automatizar coleta e processamento, afim de ofertar conteúdos, funcionalidades e até informações relevantes para o usuário, muitas vezes em um esquema de retroalimentação constante (como é possível observar em Instagram, Amazon e Google Search, por exemplo) foi a grande chave para uma relativa popularização dos algoritmos (PARISER, 2012) a um ponto em que não era mais assunto comum entre programadores

---

<sup>3</sup> Tradução do autor para “Big data is data that exceeds the processing capacity of conventional database systems. The data is too big, moves too fast, or doesn’t fit the strictures of your database architectures. To gain value from this data, you must choose an alternative way to process it.”

e engenheiros de software, mas também entre usuários das diferentes plataformas que emergiam nas primeiras décadas dos anos 2000.

Para melhor compreender o fenômeno, é relevante entender as características que “transformam” esses dados em *Big Data*. Tais características são comumente chamadas de V’s. Os três V’s que caracterizam o *Big Data* são volume (*volume*), velocidade (*velocity*) e variedade (*variety*).

O volume é o motivo de existir um *Big Data*. É o produto de uma sociedade cada vez mais interconectada, produtora de dados em escalas nunca antes percebidas. Contudo, apesar do contexto social, é importante ressaltar que as definições de *Big Data* estão diretamente relacionadas a uma lógica de poder sobre a informação. O volume de dados aqui é referente à “quantidade de dados coletados por uma corporação” (HADI et al., 2015, p. 20).

Apesar de totalmente aplicável ONGs e órgãos governamentais, boa parte das obras mais citadas sobre *Big Data* traz um viés capitalista. A mentalidade “data-driven” tão perseguida pelas corporações nos dias de hoje dependem do bom manejo destes V’s.

Ainda sobre o volume, é importante ter em mente que:

O benefício obtido com a capacidade de processar grandes quantidades de informações é o principal atrativo da análise de big data. Ter mais dados é melhor do que ter modelos melhores: bits simples de matemática podem ser excessivamente eficazes com grandes quantidades de dados. Se você pudesse executar uma previsão levando em consideração 300 fatores em vez de 6, você poderia prever melhor uma demanda? Este volume apresenta o desafio mais imediato às estruturas convencionais de TI. Ele exige armazenamento escalável e uma abordagem distribuída para consulta. Muitas empresas já possuem grandes quantidades de dados arquivados, talvez na forma de logs, mas não a capacidade de processá-los.<sup>4</sup> (DUMBILL, 2012, p. 4)

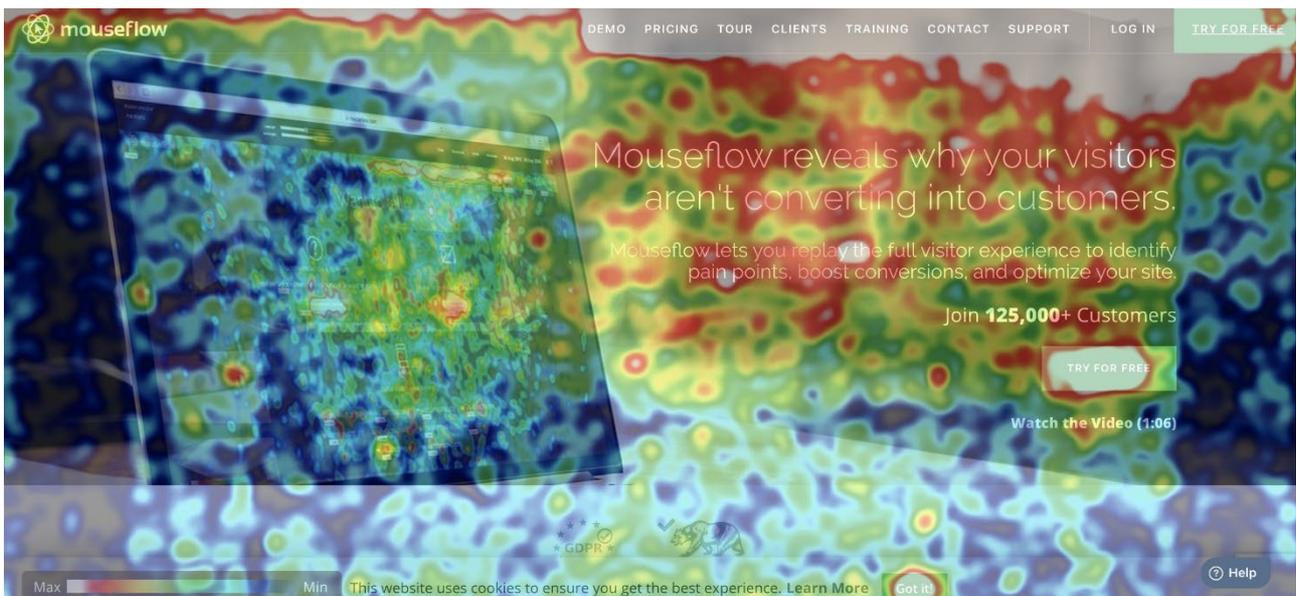
O segundo V, o da velocidade, é também crucial para esta caracterização. A evolução tecnológica na área de processamento permitiu que massas de dados cada vez maiores fossem processadas em tempo cada vez menor, ao passo que, hoje, processamentos em tempo real são relativamente comuns. Um site de e-commerce que recebe 50.000 acessos simultâneos e mais de 1 milhão por dia, consegue saber em tempo

---

<sup>4</sup> Tradução do autor para “The benefit gained from the ability to process large amounts of information is the main attraction of big data analytics. Having more data beats out having better models: simple bits of math can be unreasonably effective given large amounts of data. If you could run that forecast taking into account 300 factors rather than 6, could you predict demand better? This volume presents the most immediate challenge to conventional IT structures. It calls for scalable storage, and a distributed approach to querying. Many companies already have large amounts of archived data, perhaps in the form of logs, but not the capacity to process it.”

real e até mesmo com ferramentas gratuitas (Google Analytics, por exemplo) a origem do tráfego para seu site, páginas de maior interesse dentro da estrutura do sítio, tempo de permanência e até mesmo pontos de atenção dentro de uma página. Com outras ferramentas, é possível gerar mapas de interação, semelhante a alguns mapas de calor, que exibem pontos-chave de atenção para que designers e programadores possam trabalhar na experiência específica de uma tela ou página, como é possível verificar na Figura 1.

Figura 1 – Demonstração de ferramenta de Heatmap: Mouseflow.



Fonte: <https://mouseflow.com/>.

Velocidade, nesse contexto portanto, “refere-se ao tempo em que o *Big Data* pode ser processado” (HADI et al., p. 21), e é extremamente importante para que corporações obtenham algum tipo de vantagem sobre outras não só na velocidade do *input* mas também no *output*, como expõe Dumbill:

A era da Internet e do *mobile* significam que a forma como entregamos e consumimos produtos e serviços está cada vez mais instrumentada, gerando um fluxo de dados de volta ao provedor. Os varejistas online podem compilar grandes históricos de cada clique e interação dos clientes: não apenas as vendas finais. Aqueles que conseguem utilizar rapidamente essas informações, recomendando compras adicionais, por exemplo, ganham vantagem competitiva. A era do smartphone aumenta novamente a taxa de entrada de dados, pois os consumidores carregam consigo uma fonte de streaming de imagens geolocalizadas e dados de áudio.<sup>5</sup> (DUMBILL, 2012, p. 6)

<sup>5</sup> Tradução do autor para “The Internet and mobile era means that the way we deliver and consume products and services is increasingly instrumented, generating a data flow back to the provider. Online retailers are able to compile large histories of customers’ every click and interaction: not just the final sales. Those who are able to quickly utilize that information, by recommending additional purchases, for instance, gain competitive

Além do volume e da velocidade, a variedade de dados nessa massa coletada pode ser gigantesca. Para além das extensões de arquivos e capacidades de interpretação a partir desta variação, são muitos os formatos possíveis para uma determinada finalidade. Quando se trata de variedade neste contexto, a referência é:

(...) aos tipos de dados que o Big Data pode incluir. Esses dados podem ser estruturados ou não estruturados. Big data consiste em qualquer tipo de dados, incluindo dados estruturados e não estruturados, como texto, dados de sensores, áudio, vídeo, fluxos de cliques, arquivos de log e assim por diante. (HADI et al., 2015, p. 21)

Pense em uma análise de sentimentos que uma marca pode fazer a partir de seus fãs no Facebook, por exemplo. Pode haver dados em forma de texto, fotos, hiperlinks, vídeos, compartilhamentos e reações. Dumbil (2012) afirma que “raramente os dados se apresentam de maneira perfeitamente ordenada e estruturada para processamento”, e por isso há uma demanda por ferramentas e modelos que sejam capazes de ordenar e estruturar esses dados, preparando-os para um processamento mais ágil e eficiente. Esse ainda é um dos grandes desafios da análise de dados a partir de *Big Data* (DAVENPORT, 2014; HADI, 2015).

Há outros dois V's comumente encontrados em obras que buscam caracterizar o *Big Data*: valor (*value*) e veracidade (*veracity*). O valor não é incluído em muitas obras por ser considerado como uma consequência de uma boa integração entre os três primeiros V's. No artigo de Hadi (et al., 2015), valor “é definido pela importância relativa do valor agregado que os dados podem trazer ao processo pretendido, atividade ou análise/hipótese preditiva”. Sob essa perspectiva, valor passa a ser uma variável e não um produto dos três primeiros V's.

De todo modo, é uma variável que carece de um tipo de análise bem mais qualitativa que os demais e, por isso, não há unanimidade na consideração deste V como uma das características essenciais do *Big Data*. Analisando de forma técnica, é possível coletar rapidamente uma grande massa de dados de formatos e naturezas variadas, e que estes não agreguem nenhum valor ao responsável pela coleta. Para Davenport (2014) e Dumbill (2012), seria possível continuar tratando esse exemplo como um exemplo de *Big Data*.

---

advantage. The smartphone era increases again the rate of data inflow, as consumers carry with them a streaming source of geolocated imagery and audio data.”

O quinto V, de veracidade, também traz pontos de discussão entre os autores. Para alguns autores, a veracidade é produto de uma evolução tecnológica que permite atribuir uma característica documental a certas naturezas de arquivo, especialmente após o surgimento do *Blockchain*, mas não dependentemente dele (DAVENPORT; BARTH; BEAN, 2012).

Para Hadi (et al., 2015), veracidade é “o grau em que um líder confia na informação obtida de modo a tomar uma decisão”. Apesar de haver uma necessidade de haver uma análise mais aprofundada também a partir desse ponto de vista, Hadi (et al.) consideram esta como uma das características fundamentais do *Big Data*. Porém, na argumentação dos autores da obra, veracidade e valor acabam se aproximando demais, a ponto de terem o mesmo significado. Se um líder consegue tomar uma decisão a partir de uma informação obtida por meio de uma massa de dados coletados, ela tem valor, automaticamente.

A discussão sobre *Big Data* e sua relação na construção do conhecimento vem ganhando novos ares, já que muitas tecnologias antes restritas às grandes corporações, especialmente às *Big Techs* estão sendo disseminadas ou ganhando versões mais popularizáveis. Os avanços sobre os direitos à proteção dos dados pessoais também trazem à tona novas discussões sobre *Big Data* com um olhar bem menos corporativista. Na discussão de Morozov sobre Socialismo Digital, por exemplo, o *Big Data* tem papel fundamental (MOROZOV, 2019).

De todo modo, o conhecimento gerado a partir do *Big Data* ainda desequilibra as relações. Toda informação obtida a partir dos processamentos algorítmicos de dados inputados não são transparentes ou mesmo explicáveis. Ou seja, o conhecimento ainda é restrito por uma série de lógicas de patentes, diferenciais competitivos e estratégias mercadológicas. O próximo capítulo foi pensado para permitir esse aprofundamento nas questões sobre transparência e explicabilidade algorítmica.

## **2.5 A evolução dos computadores: uma construção contextual**

Para além das questões fundamentais da matemática como base da computação, que serão abordadas em mais detalhes no capítulo seguinte, o presente tópico pretende reconstruir de maneira simples uma ideia contextual do cenário que permitiu a disseminação e uso dos algoritmos na escala atual.

Muito se fala dos saltos tecnológicos performados, especialmente nos anos posteriores às grandes guerras mundiais. Especificamente para a Ciência da Informação e para a Ciência da Computação, o período que se seguiu após a segunda guerra mundial mostrou ao mundo uma série de questões infocomunicacionais que são cientificamente abordadas – ainda que de modos distintos, resguardada a distância entre os anos – até os dias de hoje. Ainda em 1945, por exemplo, Vannevar Bush publicava “As we may think”, onde tratava da importância da explosão informacional, iminente após a guerra. (RODRIGUES, 2016)

Contudo, antes de avançar nas questões que permitiram as evoluções de hardware e software nestes anos, é preciso entender uma diferença básica que permite dividir estas máquinas de computação em duas classes: computadores analógicos e computadores digitais. De acordo com Van Doren (2012), a diferença entre os dois é “análoga à distinção entre medir e contar”.

Um computador analógico é um dispositivo de medida que mede (responde a) uma entrada de dados em mudança contínua. Um termômetro é um computador analógico simples. O velocímetro de um carro é mais complicado. O dispositivo de saída de informação, uma agulha que sobe e desce numa escala, responde a, ou seja, mede, mudanças contínuas na saída de voltagem de um gerador ligado ao eixo do motor. Computadores analógicos ainda mais complicados coordenam uma série de diferentes entradas de informação variáveis, por exemplo, a temperatura, o fluxo de fluidos e a pressão. Neste caso, o computador pode estar controlando as operações de uma central química. (...) Os computadores analógicos são máquinas, algumas muito complicadas e outras extraordinariamente simples (...) concebidas para resolver conjuntos de equações diferenciais. (VAN DOREN, 2012, p. 390-391)

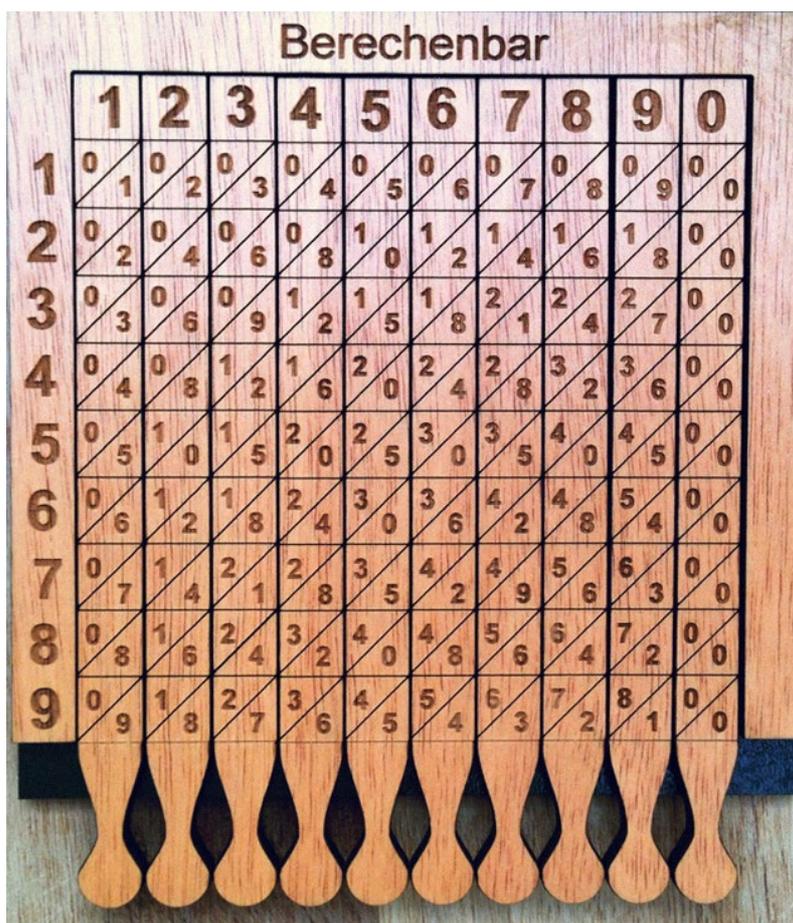
De volta às raízes matemáticas da computação, algumas invenções começaram a permitir a automatização de operações de cálculo durante o século XVI<sup>6</sup>. O matemático John Napier, a quem é atribuída a invenção do logaritmo por algumas fontes, como Souza (et al., 2016), foi o inventor do que posteriormente ficou conhecido como “Bastões de Napier”<sup>7</sup>: um conjunto de nove bastões que automatizavam parte das operações de multiplicação e divisão (Figura 2). Apesar de ter uma operação bastante manual, essa invenção permitiu vislumbrar a automatização de operações matemáticas, a partir de modelos estabelecidos com base em operações básicas de adição e de subtração.

---

<sup>6</sup> Mantendo o foco computacional da abordagem, uma linha do tempo a respeito destes instrumentos de cálculo mais rudimentares não será explorada. O ábaco, datado de anos anteriores a 2.500 a.C., e outros sucessores não serão explorados na exposição que busca somente desenhar um contexto que nos levou ao contexto algorítmico, cerne desta tese.

<sup>7</sup> Originalmente “Napier’s bones”.

Figura 2 – Reprodução dos Bastões de Napier.

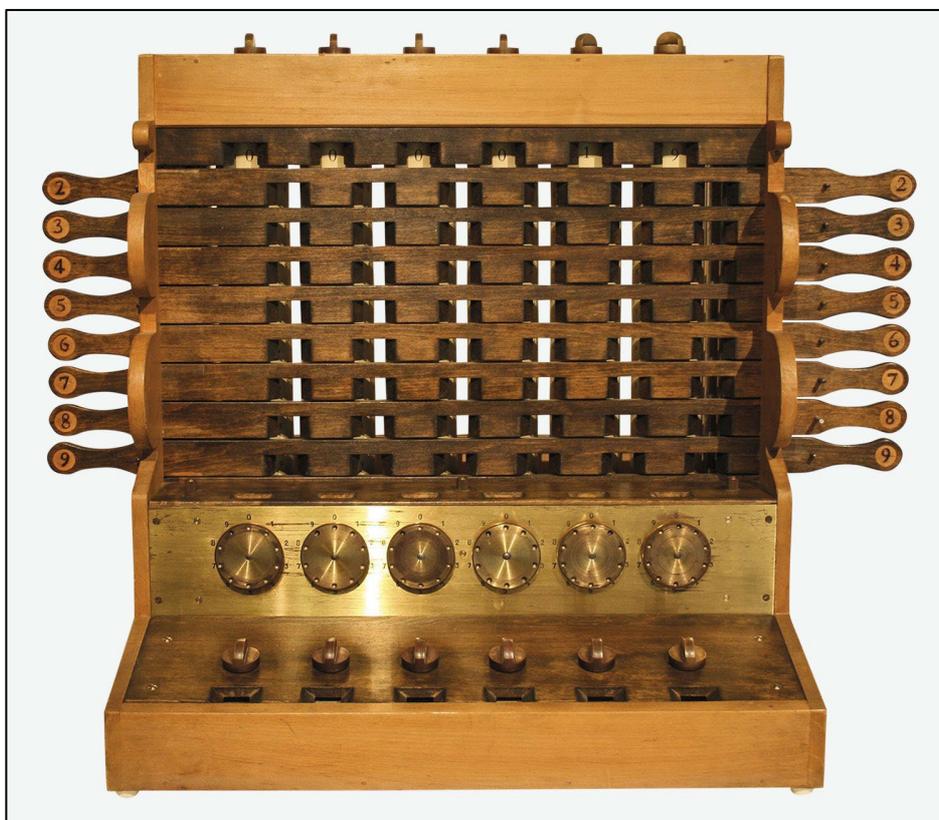


Fonte: <http://www.fisica-interessante.com/image-files/napier-ossos.jpg>.

Apesar de não haver uma data especificamente conhecida para a invenção de Napier, é possível afirmar que ela inspirou Wilhelm Schikard em sua criação datada de 1623. O alemão foi o responsável pela construção de um dispositivo capaz de somar, diminuir, multiplicar e dividir. A máquina também apresenta um ponto interessante se comparada a outras que vieram até mesmo depois dela: um espaço para registrar o número que se deseja operar na relação com o principal (visível nos slots principais). Esse elemento, considerado um espaço temporário de memória física, é o que hoje se conhece em computação como *buffer* – resguardada toda a digitalização do processo na atualidade -. Apesar de efetuar as quatro operações matemáticas básicas, a máquina, atualmente conhecida como “Máquina de calcular de Schikard” (Figura 3) ainda é considerada por muitos como uma precursora da calculadora (SOUZA et al., 2016), ainda que o dispositivo

fosse muito mais completo além de predecessor da “Pascalina”<sup>8</sup>, criada entre os anos de 1642 e 1644 por Blaise Pascal.

Figura 3 – Reprodução da Máquina de calcular de Schikard.



Fonte: [https://historia.nationalgeographic.com.es/a/maquina-schickard-primera-calculadora\\_13867](https://historia.nationalgeographic.com.es/a/maquina-schickard-primera-calculadora_13867).

A invenção do matemático (Figura 4), que também é conhecida como “Máquina de Pascal” foi desenvolvida prodigiosamente, quando ainda tinha aproximadamente vinte anos de idade, mas se comparada à invenção de Schikard, não era capaz de executar operações de multiplicação e de divisão. Pascal teve outros méritos em muitas áreas do conhecimento, como a Teologia e a Física, onde seu trabalho ficou eternizado por ter seu nome (Pascal ou Pa) utilizado como unidade padrão de medida para pressão e tensão.

Ainda na computação, Pascal foi um dos primeiros a cogitar a ideia de uma “máquina pensante” (SOUZA et al., 2016). Essa relação é mais facilmente compreendida hoje, quando muitas tentativas de relação entre a inteligência humana e o processamento computacional utiliza comparações entre o analógico e o digital.

O cérebro humano é provavelmente um computador analógico, ou pelo menos age como um. Os sentidos aprendem e medem a informação em constante mudança no mundo exterior e o cérebro processa os sinais simultâneos e dá ordens aos

<sup>8</sup> Originalmente “Pascaline”.

músculos. O cérebro consegue resolver uma série de equações diferenciais simultaneamente, em “tempo real”, ou seja, tão depressa quanto as mudanças na própria situação. Não há computador analógico construído pelo homem que se tenha sequer aproximado da capacidade do cérebro em lidar com tantos tipos diferentes de informação ao mesmo tempo. (VAN DOREN, 2012, p. 391)

Para além da comparação (perigosa, apesar de comum nos dias de hoje) entre o cérebro humano e um computador, o ponto de Van Doren (2012) é importante para realçar as diferenças entre as capacidades e aderências dos computadores analógicos e dos digitais.

Figura 4 – Reprodução da Pascalina, de Blaise Pascal.



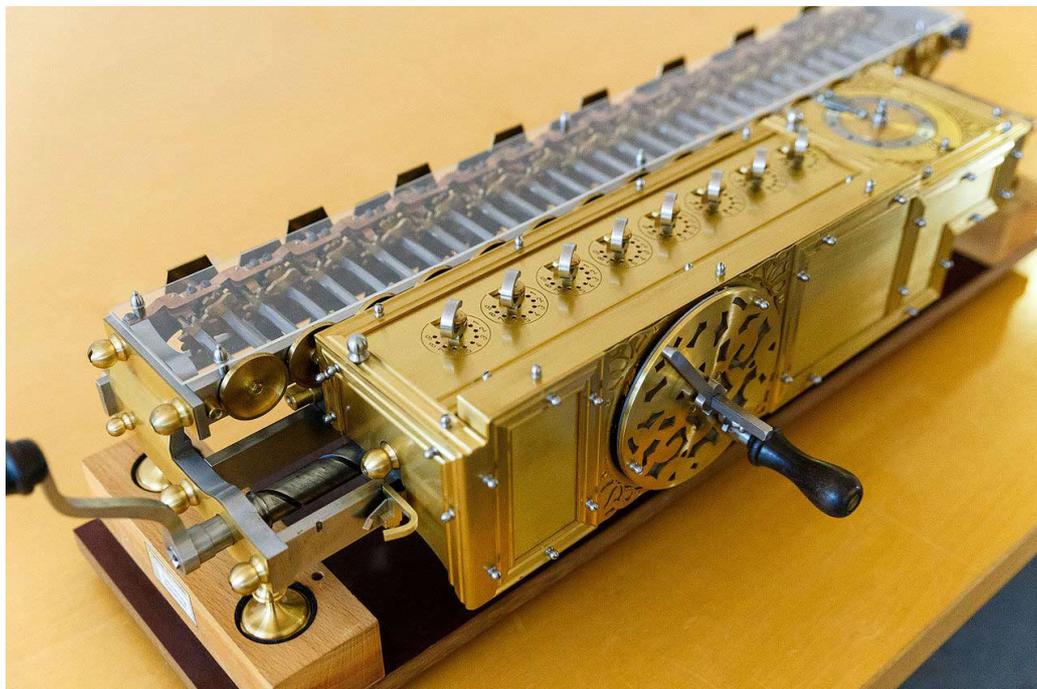
Fonte: <https://www.computerhistory.org/revolution/calculators/1/47/197>.

De todo modo, ainda no caminho evolutivo rumo aos já referidos computadores digitais, há Gottfried Wilhelm Leibniz. O filósofo e matemático alemão aprimorou a máquina criada por Pascal para que pudesse executar as operações de multiplicação e divisão, e para além, sua invenção, que ficaria conhecida como a “Máquina de Leibniz” (Figura 5) também era capaz de realizar extração de raiz quadrada (SOUZA et al., 2016).

A máquina calculadora de Leibniz, concebida em 1673 mas construída apenas em 1694, foi a primeira a capaz de executar todas as operações aritméticas por meios puramente mecânicos. A calculadora de Leibniz é considerada como a base de funcionamento mecânico para alguns marcantes projetos que a sucederam, como as máquinas do italiano Giovanni Poleni (1709), do austríaco Antonius Braun (1727); do alemão Jacob Leupold, concebida em 1727 e melhorada em 1728 por Antonius Braun e construída em 1750 por um mecânico denominado Vayringe; do alemão Phillip Mattaüs

Hahn elaborada em 1770 e construída em série de 1774 a 1820; as duas calculadoras do inglês Lord Stanhope (1775-1777) ou a do alemão Johann Hellfried Müller (1782-1784)<sup>9</sup>.

Figura 5 – Reprodução da Máquina calculadora de Leibniz.



Fonte: <https://www.deutschlandmalanders.com/wp-content/uploads/2020/04/Leibniz-Rechenmaschine-1.jpg>.

Para além do amplo reconhecimento de sua atuação nos campos da Lógica e da Filosofia analítica, se destacando como um dos grandes defensores do Racionalismo no século XVII, Leibniz foi o responsável por explorar a capacidade potencial do sistema binário, sendo um dos maiores colaboradores para esta pavimentação inicial do caminho na direção da computação digital.

Na lista de eventos, máquinas e inventores que contribuíram, muitas vezes sem serem capazes de vislumbrar o impacto de suas obras, na evolução dos computadores, um aprimoramento da indústria têxtil daria origem a uma revolução, que mudaria esta indústria de muitas formas, mas impactaria muitos outros campos da produção e até mesmo as próprias Ciência e Tecnologia. Em 1804, o francês Joseph Marie Charles, também conhecido por “Jacquard”, criou um aperfeiçoamento para uma máquina bastante comum em Lyon, na França; onde nasceu (CHALINE, 2014).

---

<sup>9</sup> Disponível em: [https://webpages.ciencias.ulisboa.pt/~ommartins/seminario/amao/leibniz\\_introducao.htm](https://webpages.ciencias.ulisboa.pt/~ommartins/seminario/amao/leibniz_introducao.htm). Acesso em: abr. 2023.

O “tear de Jacquard” (Figura 6), como ficaria conhecido, foi idealizado em 1801 e concluído no ano de 1805, ainda em momento muito oportuno caracterizado pela expansão da indústria, no auge da Revolução Industrial. Trata-se de uma adição ao tear, capaz de automatizar o processo de padronagem e estamparia por meio de cartões perfurados. Os desenhos eram programados com base nos códigos binários presentes nos cartões. A presença ou ausência dos orifícios serviam como instruções para as agulhas do tear, permitindo-as passar ou não, como os zeros e uns do código binário que serve de base para o funcionamento dos computadores atuais.

Figura 6 – Reprodução do tear de Jacquard, com cartões perfurados em detalhe.



Fonte: <https://www.dn.pt/ciencia/dos-teares-para-os-primordios-da-computacao-os-cartoes-perfurados-aceleraram-o-mundo-14607313.html#media-1>.

Esse tipo de comportamento de automatização a partir de padrões, instruções ou códigos de modo a gerar um determinado resultado (ou output) é bastante semelhante à lógica funcional dos algoritmos computacionais, conforme abordagem a ser realizada no capítulo 3 da presente tese.

Em 1812, sete anos após o próprio imperador, Napoleão I, inspecionar pessoalmente o tear, concluído em 1805, já existiam mais de 11 mil teares de Jacquard em toda a França. Durante essa disseminação da máquina, houve muita resistência por parte dos tecelões, que obviamente temiam por seus postos de trabalho. (CHALINE, 2014)

Para além das coincidências contextuais e dos impactos da automatização facilmente comparáveis ao contexto algorítmico, a lógica do tear, como um aparato técnico capaz de gerar resultados previsíveis, ainda que em uma produção contínua, permite um vislumbre de um devir coisificado; o tecido se torna tal, realizando enquanto forma seu potencial de matéria. E de algum modo, o processo que o permite atingir tal potencial é codificado.

Os cartões perfurados forjaram o ponto crucial que permitiu o que hoje conhecemos como computador digital. A diferença entre “medir e contar” (VAN DOREN, 2012) é aprofundada pelo próprio autor no trecho que segue:

Todos os computadores analógicos produzidos pelo homem têm um defeito grave: não fazem medições com precisão suficiente. A mistura na central química muda rapidamente de várias formas diferentes: fica mais fria ou mais quente; a pressão aumenta ou diminui; o fluxo é mais rápido ou mais lento. Todas essas mudanças vão afetar o produto final e cada uma exige que o computador faça ajustes sutis ao processo. Assim, os aparelhos utilizados para as mudanças são cruciais. Têm de registrar as mudanças muito rapidamente e transmitir a informação em constante mudança para o processador central. Uma imprecisão ligeira na medida terá como resultado óbvio imprecisões mais para o fim da linha. A dificuldade não reside na capacidade inerente aos aparelhos de medida de fazerem medições precisas. A dificuldade resulta do fato de o aparelho registrar continuamente as mudanças contínuas. Como resultado, há sempre uma ambiguidade nas leituras. (...) Um computador digital não tem esse defeito. É uma máquina para calcular números e não para medir fenômenos. (VAN DOREN, 2012, p. 391)

Ainda no início do século XIX, Charles Babbage projetou uma “Máquina de Diferenças”<sup>10</sup>, que seria capaz de lidar com operações polinomiais além de “avaliação de funções e obtenção de tabelas” (SOUZA et al., 2016, p. 4). O projeto da máquina (Figura 7), não concretizado<sup>11</sup>, serviu como um modelo conceitual para o próximo projeto de Babbage: a “Máquina Analítica”, descrita pela primeira vez em 1837.

A estrutura da “Máquina Analítica”<sup>12</sup> de Charles Babbage foi projetada para ser muito semelhante à que hoje podemos identificar em alguns computadores: memória, engenho principal, alavancas e engrenagens como dispositivos de entrada e de saída e seria capaz de calcular automaticamente tabelas de logaritmos e funções trigonométricas (SOUZA et al., 2016).

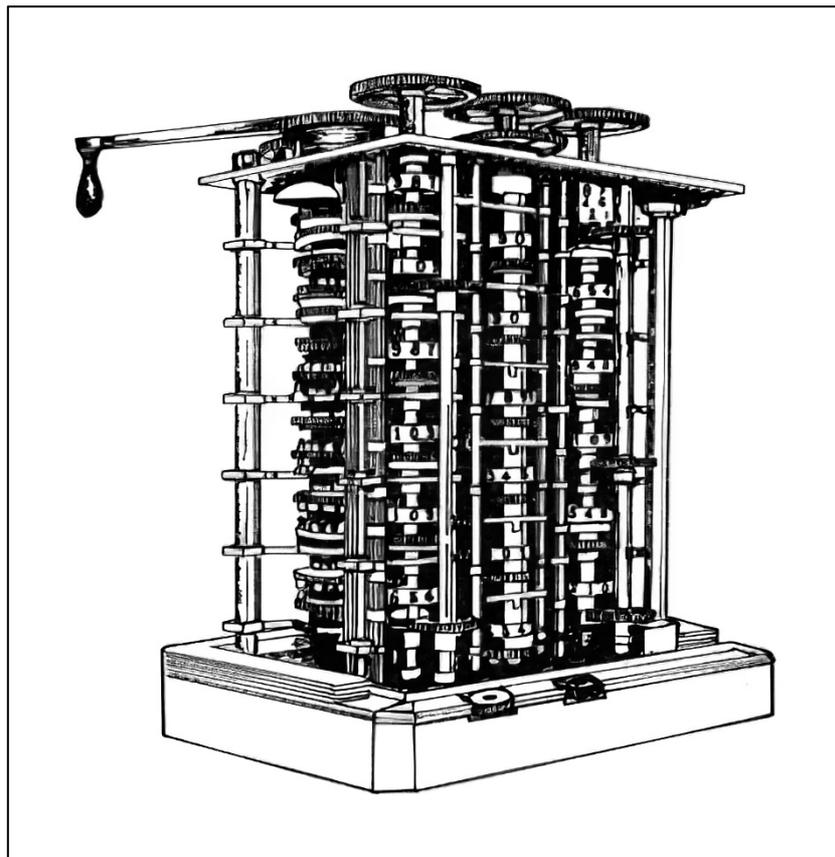
---

<sup>10</sup> Originalmente “Difference Engine”.

<sup>11</sup> Há muita divergência sobre os motivos que impediram a concretização do projeto de Babbage. A grande maioria dos autores aqui citados sobre o tema apontam o deficiente tecnológico da época, reforçando Charles Babbage como um grande visionário, à frente de seu tempo. Contudo, alguns dos autores também citam falta de investimento e questões políticas como algumas barreiras que Babbage poderia ter enfrentado à época.

<sup>12</sup> Originalmente “Analytic Engine”.

Figura 7 – Representação do projeto da “Máquina de Diferenças”, de Babbage.



Fonte: <https://blog.sciencemuseum.org.uk/wp-content/uploads/2013/08/Babbages-Difference-Engine-No-1-1824-18322.jpg>.

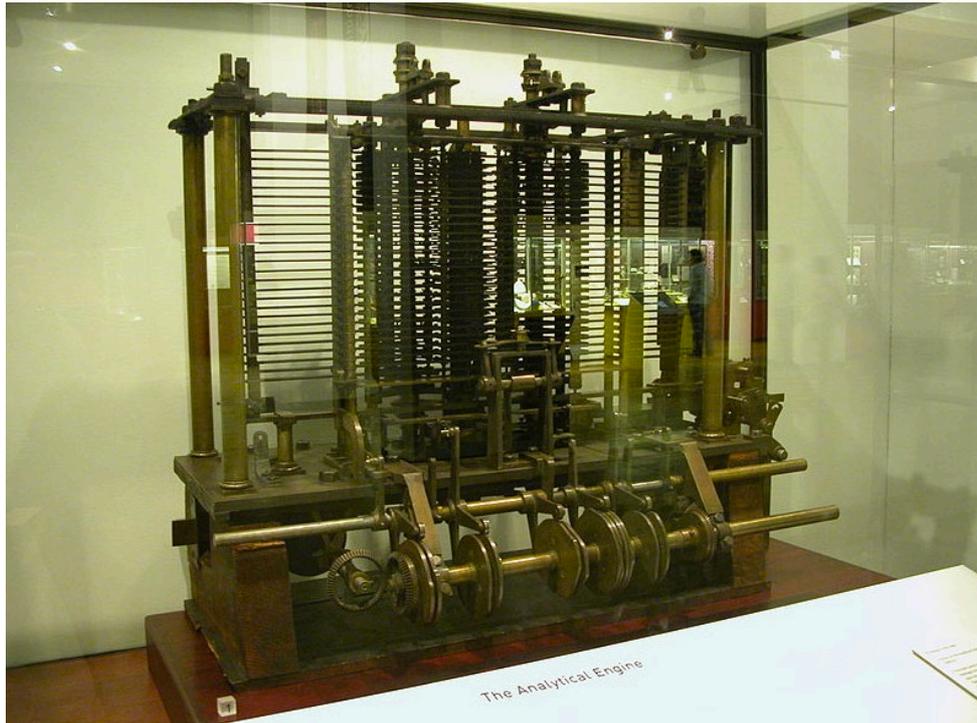
A influência do tear de Jacquard no trabalho desenvolvido para a “Máquina Analítica” foi reconhecida pelo próprio Babbage (1961), como é possível ler em Caffentzis (2007):

É fato conhecido que o tear Jacquard é capaz de tecer qualquer desenho que a imaginação do homem possa conceber. Também é prática constante que artistas habilidosos sejam contratados por fabricantes para projetar padrões. Esses padrões são então enviados a um peculiar artista, que, por meio de uma determinada máquina, fura um conjunto de cartões de papel firme de tal maneira que, quando esses cartões são colocados em um tear de Jacquard, ele tece em seu produto o padrão exato desenhado pelo artista. Agora o fabricante pode usar, para a urdidura e trama de seu trabalho, fios que são todos da mesma cor; suponhamos que sejam fios crus ou brancos. Neste caso, o tecido será todo de uma cor; mas haverá um padrão de tecido adamascado sobre ele, tal como o artista desenhou. Mas o fabricante pode usar os mesmos cartões e colocar na urdidura fios de qualquer outra cor. Cada fio pode até ser de uma cor diferente, ou de um tom de cor diferente; mas em todos esses casos a forma do padrão será a mesma – apenas as cores serão diferentes. A analogia da Máquina Analítica com este conhecido processo é quase perfeita.(...) A Máquina Analítica é, portanto, uma máquina da natureza mais geral. Qualquer que seja a fórmula que deva ser desenvolvida, a lei de seu desenvolvimento deve ser comunicada a ela por meio de dois conjuntos de cartas. Quando estes foram colocados, o motor é especial para essa fórmula. O valor numérico de suas constantes deve então ser colocado nas colunas das rodas abaixo delas, e ao colocar o Motor em movimento ele calculará e imprimirá os

resultados numéricos dessa fórmula.<sup>13</sup> (BABBAGE, 1961, p. 55 apud CAFFENTZIS, 2007, p. 40)

Amplamente reconhecido como o pai ou um dos pais da computação, Babbage nunca viu seus projetos serem concretizados, mas suas anotações, abstrações e desenhos técnicos permitiram boa parte da estrutura de hardware que temos hoje, em nossos computadores pessoais. A máquina proposta pelo matemático foi construída a partir de alguns desses registros e hoje se encontra no museu de Londres (Figura 8).

Figura 8 – Modelo reduzido da “Máquina Analítica” exposta no museu de Londres.



Fonte: <https://blog.sciencemuseum.org.uk/wp-content/uploads/2013/08/Babbages-Analytical-Engine-1834-18712.jpg>.

---

<sup>13</sup> Tradução do autor para “It is known as a fact that the Jacquard loom is capable of weaving any design which the imagination of man may conceive. It is also the constant practice for skilled artists to be employed by manufacturers in designing patterns. These patterns are then sent to a peculiar artist, who, by means of a certain machine, punches holes in a set of pasteboard cards in such a manner that when those cards are placed in a Jacquard loom, it will then weave upon its produce the exact pattern designed by the artist. Now the manufacturer may use, for the warp and weft of his work, threads which are all of the same color; let us suppose them to be unbleached or white threads. In this case the cloth will be woven all of one colour; but there will be a damask pattern upon it such as the artist designed. But the manufacturer might use the same cards, and put in the warp threads of any other colour. Every thread might even be of a different colour, or of a different shade of colour; but in all these cases the *form* of the pattern will be the same – the colours only will differ. The analogy of the Analytic Engine with this well-known process is nearly perfect.(...)The Analytic Engine is therefore a machine of the most general nature. Whatever formula it is required to develop, the law of its development must be communicated to it by two sets of cards. When these have been placed, the engine is special for that formula. The numerical value of its constants must then be put on the columns of wheels below them, and on setting the Engine in motion it will calculate and print the numerical results of that formula.”

Foi também a partir do trabalho de Babbage, que a Condessa de Lovelace, Ada Augusta Byron King escreveu anotações sobre o funcionamento de algumas fórmulas de modo a permitir a máquina computar valores de funções matemáticas, em 1848. Estes algoritmos são, hoje, considerados o primeiro programa de computador. Posteriormente, as notas de Ada Lovelace – como ficou conhecida – estabeleceram as bases da programação de computadores. (CHALINE, 2014; SOUZA et al., 2016.)

No século XIX, algumas evoluções interessantes que consolidaram o campo da computação, não só nas evoluções de modelos, abstrações e concretizações de ideias, mas também sob a ótica dos negócios, como resume Souza (et al., 2016):

Ainda no século XIX, o criador da Lógica Matemática e desenvolvedor da teoria da Álgebra de Boole, George Boole (1815-1848), contribuiu através de seus estudos para o desenvolvimento da Teoria dos circuitos lógicos e formação da base científica dos computadores atuais. Outro inventor que contribuiu nesta época foi, criador da “Máquina de Tabular”, Hermann Hollerith (1860-1929), que ajudou a reduzir o processo do censo norte-americano de sete anos e meio para dois anos e meio. Sua máquina já utilizava eletricidade. Hollerith criou e trabalhou em várias outras máquinas e em 1896, fundou a Tabulating Machine Company, que posteriormente se tornou a IBM (International Business Machine Corporation). (SOUZA et al., 2016, p. 6)

Herman Hollerith derivou o termo “hollerite”, uma espécie de adaptação idiomática de seu sobrenome. O sistema de cartões perfurados passou a integrar muitas das máquinas de ponto de grandes empresas e sistemas fabris, por facilitarem o processamento dos dados marcados pelos trabalhadores destas empresas. Atualmente, o termo “hollerite” é utilizado como sinônimo de contracheque ou demonstrativo de pagamentos.

O século XX trouxe consigo grandes avanços computacionais facilitados também por algumas descobertas no campo da eletrônica e a consolidação de modelos computacionais. Em 1936, Alan Turing concebeu o que pode ser considerado como o princípio da computação moderna, ao descrever sua máquina de computação digital abstrata. O modelo que ficaria conhecido como “Máquina Universal de Turing” a partir da década de quarenta previa a possibilidade de expansão de memória, um scanner capaz de navegar por esta memória símbolo a símbolo, sendo capaz de lê-los e de escrever novos símbolos.<sup>14</sup>

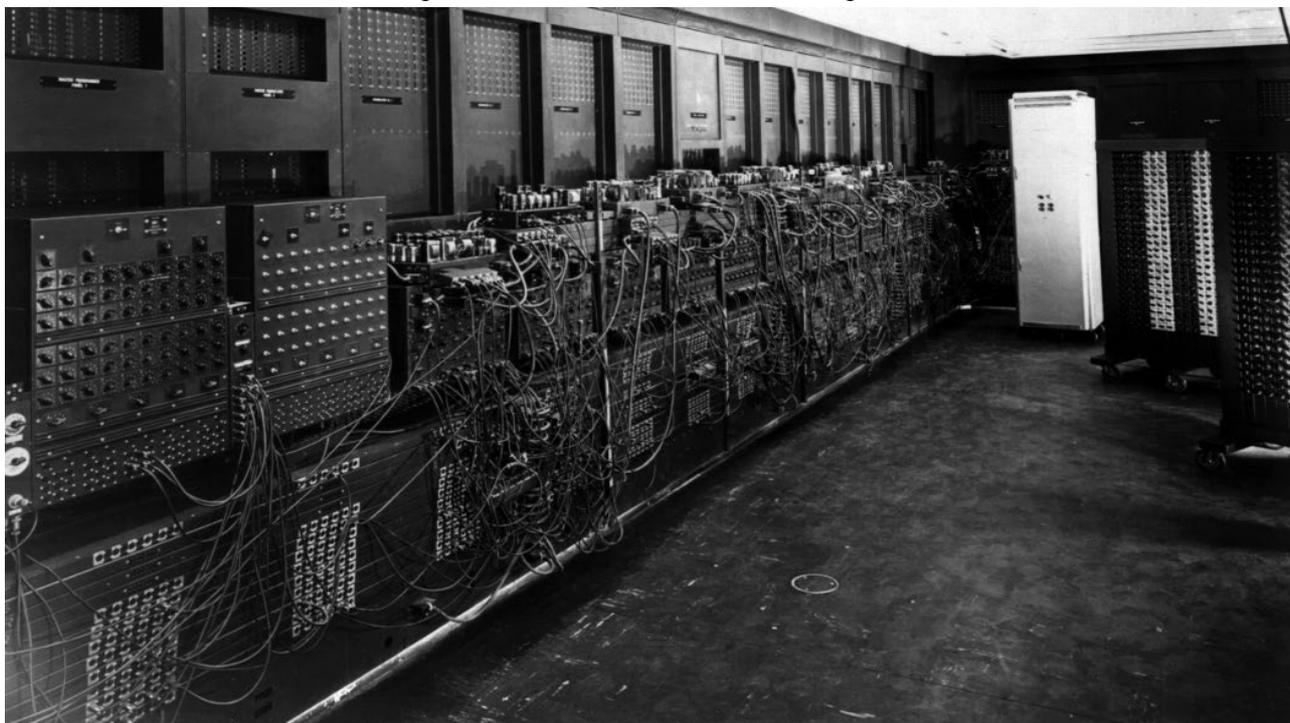
Também na década de 1930, um grandioso projeto da IBM deu origem ao MARK-I, que seria adaptado para uma versão eletromecânica e automática por Howard H. Aiken,

---

<sup>14</sup> Disponível em: <https://plato.stanford.edu/entries/computing-history/>. Acesso em mar. 2023.

em 1944. a “Arquitetura de von Neumann”, de John Louis Neumann, contribuiu definitivamente com a concepção da estrutura de hardware introduzindo componentes essenciais aos projetos que seguiriam, como a Unidade Central de Processamento (CPU). Essa evolução estrutural permitiu que, por exemplo, as “máquinas Z”, de Konrad Zuse, fossem construídas e aprimoradas eletromecanicamente entre 1938 e 1950, na Alemanha; e mais tarde, em 1946, já no período pós-guerra, permitiu que o ENIAC (*Electronic Numerical Integrator And Calculator*) – observável na Figura 9 –, produzido por John Presper Eckert e John Mauchly, entrasse para a história como o primeiro computador digital e eletrônico. (SOUZA et al., 2016)

Figura 9 – O ENIAC em sua forma original.



Fonte: <https://systemscue.it/eniac-computer-general-purpose/14680/>.

As invenções no campo da Eletrônica acelerou ainda mais a evolução computacional a partir do fim da primeira metade do século XX. Em 1947, o transistor foi inventado na *Bell Laboratories*, em Nova Jersey e “possibilitou o processamento de impulsos elétricos em velocidade rápida e em modo binário de interrupção e amplificação, permitindo a codificação da lógica e da comunicação com e entre as máquinas” (CASTELLS, 2006, p. 76).

Ainda de acordo com Castells (2006), o transistor de junção, por Shockley em 1951, a adoção do silício em 1954 iniciada pela Texas Instruments, o circuito integrado inventado por Jack Kilby em 1957 e a invenção do processo plano em 1959 pela Fairchild

Semiconductors, foram todos eventos marcantes que, em menos de uma década, aceleraram a produção e aqueceram o mercado computacional.

Antes mesmo da invenção do microprocessador por Ted Hoff (Intel), em 1971, era possível perceber o impacto tecnológico e mercadológico que os avanços da década causariam.

(...) em apenas três anos, entre 1959 e 1962, os preços dos semicondutores caíram 85%, e nos dez anos seguintes a produção aumentou vinte vezes, sendo que 50% dela foi destinada a usos militares. A título de comparação histórica, levou setenta anos (1780 – 1850) para que o preço do tecido de algodão caísse 85% na Inglaterra durante a Revolução Industrial. Então, o movimento acelerou-se na década de 1960: à medida que a tecnologia de fabricação progredia e se conseguia melhorar o design dos chips com o auxílio de computadores, usando dispositivos microeletrônicos mais rápidos e mais avançados, o preço médio de um circuito integrado caiu de US\$50 em 1962 para US\$ 1 em 1971. (CASTELLS, 2006, p. 77)

Entre o microprocessador de 1971 e o lançamento da Apple, em 1976, ficou evidente que os próprios computadores impulsionariam e acelerariam não só o mercado da computação mas muitos outros e sendo capaz de grandes mudanças em pouco tempo. O – assim chamado – computador pessoal, que serviu primeiramente a departamentos inteiros, depois foi utilizado por famílias em suas residências e conitnuaram evoluindo até se tornarem pessoais, realmente.

Notebooks, tablets, aparelhos de telefonia celular, relógios e outros acessórios ditos inteligentes seguem permeando cada vez mais as particularidades de nossa vivência. Para além de toda a preocupação em torno da vigilância e da privacidade, como deixam evidentes as abordagens de Zuboff (2015; 2019) a respeito do Capitalismo de Vigilância.

A autora aborda o papel desses dispositivos como parte crucial da própria dinâmica do conceito estabelecido por ela:

O capitalismo de vigilância reivindica unilateralmente a experiência humana como matéria-prima gratuita para tradução em dados comportamentais. Embora alguns desses dados sejam aplicados à melhoria de produtos ou serviços, o restante é declarado como *excedente comportamental* proprietário, inserido em processos avançados de fabricação conhecidos como “inteligência de máquina”, e fabricados em produtos de previsão que antecipam o que você fará agora, em breve, e depois. Finalmente, esses *produtos de previsão* são negociados em um novo tipo de mercado para previsões comportamentais que chamo de *mercados futuros comportamentais*. Os capitalistas de vigilância enriqueceram imensamente com essas operações comerciais, pois muitas empresas estão ansiosas para apostar em nosso comportamento futuro. (...) Dessa forma, o capitalismo de vigilância faz nascer uma nova espécie de poder que chamo de *instrumentalismo*. O poder instrumentário conhece e molda o comportamento humano em direção aos fins dos outros. Em vez de armamentos e exércitos, ele opera sua vontade por meio de um meio automatizado de uma arquitetura computacional cada vez mais onipresente

de dispositivos, coisas e espaços “inteligentes” em rede.<sup>15</sup> (ZUBOFF, 2019, p. 14-15)

Para além dos debates mais behavioristas e da própria vigilância, que retorna ao debate mais a frente, é importante perceber como essas máquinas físicas continuam evoluindo, com componentes cada vez mais microscópicos e capacidades de processamento cada vez maiores. Sobretudo, a maior revolução está acontecendo não nestas máquinas, mas a partir destas, em verdadeiras máquinas intangíveis, como é possível compreender a partir do trecho que aborda a “inteligência de máquina”.

Assim como os computadores aceleraram sua própria capacidade de produção e disseminação, os algoritmos aumentam suas capacidades e aplicações na medida em que processam dados, se conectam em redes e simulam uma infinidade de cenários realizando complexos cálculos de probabilidade.

Até agora, a evolução digital dependia de seres humanos para criar o software e analisar os dados que afetam profundamente nossas vidas. Avanços recentes reformularam esse processo. A IA tornou possível automatizar uma gama extraordinária de tarefas e o fez permitindo que as máquinas desempenhem um papel – um papel cada vez mais decisivo – ao tirar conclusões de dados e, em seguida, agir. A IA tira lições de sua própria experiência, ao contrário do software tradicional, que só pode apoiar o raciocínio humano. A crescente transferência de julgamento de seres humanos para máquinas denota o aspecto revolucionário da IA.<sup>16</sup> (KISSINGER; SCHMIDT; HUTTENLOCHER, 2019)

A noção contextual que se buscou estabelecer neste capítulo faz referências ao conceito e à evolução das máquinas computacionais, desenvolvidas de modo a reduzir esforços cognitivos e tempo investido em funções como a do cálculo matemático. Após o encerramento desta etapa contextual, o algoritmo e as questões suscitadas pela sua adoção nas mais diferentes ferramentas tecnológicas serão abordados no capítulo que

---

<sup>15</sup> Tradução do autor para “Surveillance capitalism unilaterally claims human experience as free raw material for translation into behavioral data. Although some of these data are applied to product or service improvement, the rest are declared as a proprietary *behavioral surplus*, fed into advanced manufacturing processes known as ‘machine intelligence’ and fabricated into *prediction products* that anticipate what you will do now, soon, and later. Finally, these prediction products are traded in a new kind of marketplace for behavioral predictions that I call *behavioral futures markets*. Surveillance capitalists have grown immensely wealthy from these trading operations, for many companies are eager to lay bets on our future behavior. (...) In this way, surveillance capitalism births a new species of power that I call *instrumentarianism*. Instrumentarian power knows and shapes human behavior toward others’ ends. Instead of armaments and armies, it works its will through the automated medium of an increasingly ubiquitous computational architecture of “smart” networked devices, things, and spaces.”

<sup>16</sup> Tradução do autor para “Heretofore, digital evolution has relied on human beings to create the software and analyze the data that are so profoundly affecting our lives. Recent advances have recast this process. AI has made it possible to automate an extraordinary range of tasks, and has done so by enabling machines to play a role—an increasingly decisive role—in drawing conclusions from data and then taking action. AI draws lessons from its own experience, unlike traditional software, which can only support human reasoning. The growing transfer of judgment from human beings to machines denotes the revolutionary aspect of AI.”

segue, onde será possível perceber, para além da evolução registrada até aqui, a intangibilização de alguns desses processos maquínicos e os impactos gerados pela sua ampla disseminação no cotidiano social.

### 3. ALGORITMOS

Antes de abordar as questões que emergem a partir dos algoritmos e ao redor destes, é necessária uma compreensão do que é um algoritmo nos dias atuais. E apesar da já consolidada a origem da palavra “algoritmo”, que busca referenciar o matemático persa reconhecido como inventor da álgebra: Al Khwarizmi (BERLINSKI, 2000), ainda há divergências a respeito do surgimento do algoritmo enquanto conceito.

De acordo com Beniger (1989) apud Galloway; Thacker (2007), a ideia de algoritmo pode ter vindo dos instrumentos musicais do século dezoito. Tais instrumentos contavam com um tipo de automação semelhante às dos dispositivos conhecidos popularmente como “caixas de música” ou “caixinhas de música”. Acionados por pistões movidos por ar e/ou água, os órgãos tubulares citados por Beniger ainda parecem ter uma origem bastante anterior.

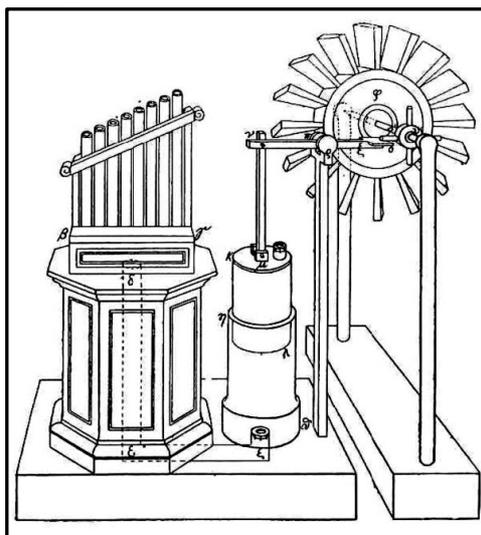
Acredita-se que Ctesibius (285 – 222 A.C.) construiu o primeiro órgão hidráulico, baseado em estudos de pneumática e hidráulica que inspirariam Heron de Alexandria, como ficou conhecido o renomado matemático. Credita-se a Heron a criação dos primeiros instrumentos musicais hidráulicos que permitiam execução de melodias sem a necessidade de um instrumentista. Tal criação ficou conhecida como “Hydraulis”, e a lógica por trás dessa automação é utilizada até hoje para demonstração de eventos que permitem o desenvolvimento de uma “fonte infinita” (PAPADOPOULOS, 2007) O experimento é conhecido como Fonte de Heron. Ainda ao mesmo matemático, credita-se a criação do “Whindwheel”. Um instrumento que emitia som a partir da utilização do ar como força motriz, se valendo de uma espécie de moinho; mais de mil anos antes de qualquer invenção relacionada a moinhos de vento ou de menções oficiais à energia eólica.<sup>17</sup>

A partir do ponto de vista de Beniger (1989), pode ser possível afirmar que a ideia que permitiu o desenvolvimento dos algoritmos podem ter se originado de instrumentos como o “Hydraulis” e o “Whindwheel”. Na Figura 10, é possível ver uma adaptação do “Hydraulis” se valendo do mecanismo do “Whindwheel”.

---

<sup>17</sup> Disponível em: <https://www.magellantv.com/articles/ancient-tech-the-amazing-inventions-of-hero-of-alexandria>. Acesso em 30/10/2021.

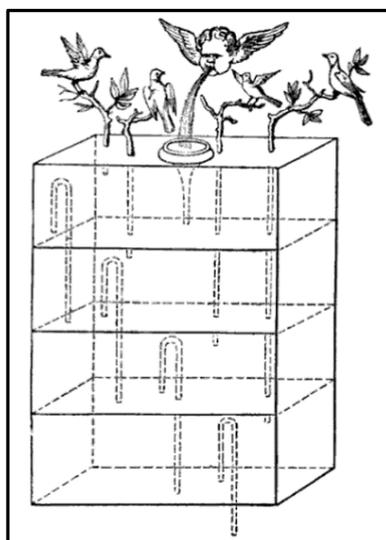
Figura 10 - Hydraulis conectado a uma turbina de vento.



Fonte: LAZOS, 1999 apud PAPADOPOULOS, 2007.

Em sua obra, intitulada *Automatopoietica*, Heron descreve a esquematização do que pode ter sido o primeiro instrumento musical autômato, conhecido como “Bird whistles” (Figura 11): um conjunto de pássaros pneumicamente acionados a partir fluxo de água que cantavam notas musicais pré-sequenciadas.

Figura 11 - Bird whistles.



Fonte: <https://syncedreview.com/2019/07/24/robot-music-through-the-ages/>.

Na música fatos de extrema importância na representação dos avanços ligados à computação ainda tomariam lugar no século XX. Em 1939, um teste de possíveis comparações com o Teste de Turing se tornou um importante marco para a o desenvolvimento dos sintetizadores de som.

O órgão comercial Hammond original foi apresentado em 1939 na *Industrial Arts Exposition* em Nova York e foi recebido favoravelmente. Ao promover seu novo instrumento, Hammond afirmou que seu "Modelo A", vendido por US\$ 2.600, gerou um som de qualidade igual a um órgão de tubos de US\$ 75.000. Quando desafiado pela Federal Trade Commission para fundamentar essa afirmação, um teste "cego" foi criado para comparar o Modelo A com o órgão de tubos Aeolian Skinner na Capela Rockefeller da Universidade de Chicago. Um painel de especialistas e estudantes foi essencialmente incapaz de distinguir os dois instrumentos.<sup>18</sup> (KURZWEIL, 1984 apud BYRD; YAVELow, 1986, p. 64)

Décadas depois, o próprio Raymond Kurzweil participou ativamente do processo de desenvolvimento do K250 (Figura 12), um dos produtos que elevou a marca KURZWEIL ao nível de referência global em sintetizadores. Tratava-se de um piano digital que, além de permitir a síntese de outros timbres, apresentava uma fidelidade sonora impressionante.

Em junho de 1984, na convenção da NAMM (National Association of Music Merchants) em Chicago, um piano de cauda de concerto, topo de linha, de 9 pés e um Kurzweil 250, foram ambos tocados pelo mesmo sistema de som de alta qualidade de US\$ 40.000. Houve um consenso geral de que não era possível distinguir entre o piano e o K250.<sup>19</sup> (KURZWEIL, 1984 apud BYRD; YAVELow, 1986, p. 64)

Figura 12 – Teclado sintetizador K250.



Fonte: <https://pin.it/LXqsY2p>.

<sup>18</sup> Tradução do autor para "The original commercial Hammond organ was introduced in 1939 at the Industrial Arts Exposition in New York and was favorably received. In promoting his new instrument, Hammond claimed that his 'Model A', which sold for \$2,600, generated a sound that was equal in quality to a \$75,000 pipe organ. When challenged by the Federal Trade Commission to substantiate that claim, a 'blind' test was set up to compare the Model A to the Aeolian Skinner Pipe Organ in the University of Chicago's Rockefeller Chapel. A panel of experts and students were essentially unable to tell the two instruments apart."

<sup>19</sup> Tradução do autor para "At the June, 1984 NAMM (National Association of Music Merchants) convention in Chicago, between a top of the line 9-foot concert grand piano and a Kurzweil 250, both played through the same very high quality \$40,000 sound system. There was general agreement that it was not possible to tell the difference between the piano and the K250."

Além das referidas aplicações musicais, alguns dos projetos de Heron tinham como exemplos de aplicação prática objetos de adoração aos deuses. Mecanismos que dispensavam bebidas ao acender de uma chama e portas que se abriam automaticamente quando o fogo era aceso em um altar no templo (PAPADOPOULOS, 2007, p. 16) poderiam ser utilizadas como justificativas de fenômenos sobrenaturais, conectados à própria existência de deuses.

Ao delimitar as origens e explicações para o termo “algoritmo”, tal conexão com um eventual evento mágico ou sobrenatural é abordada por Ed Finn (2017) a partir da comparação com elementos presentes na obra de ficção “Snow Crash” (1992), de Neal Stephenson. Ao traçar um paralelo conceitual entre os códigos<sup>20</sup> e as catedrais, a partir de Bogost (2015), o autor aborda a relação humana com os algoritmos como dependente de fé. Os indivíduos passaram a confiar e, posteriormente, a delegar a navegação pelas cidades, recomendação de filmes e até mesmo as respostas para questões que fazemos a tais elementos que, assim como as catedrais passam a concentrar a crença coletiva, como um elemento que incorpora a estrutura dos entendimentos sobre o mundo, sejam eles visíveis ou não. (FINN, 2017, p. 7)

Alguns raciocínios conceituais como os de Ian Bogost (2015) ou mesmo os de Luciana Parisi (2013) parecem conceber ao algoritmo uma característica de superioridade ou de independência. Como verdadeiras entidades performáticas (PARISI, 2013) ou até independentes (PARISI, 2017), os algoritmos parecem à sociedade inalcançáveis em certos aspectos da racionalidade humana ou inatingíveis perante ao conjunto de leis às quais obedecem os atores sociais.

Conforme a percepção de Caplan et al. (2018), “algoritmos são muito frequentemente comparados a receitas, que tomam um conjunto específico de ingredientes e os transformam, a partir de uma série de etapas explicáveis, em um *output* previsível”<sup>21</sup> (p.4).

As abordagens metafísicas a respeito do algoritmo e da computação tomarão lugar no capítulo 4 desta tese. Contudo, ao buscar uma abordagem que não eleve a uma potência

---

<sup>20</sup> Aqui abordados em um contexto computacional. Sinônimo de linguagem de programação.

<sup>21</sup> Tradução do autor para “Algorithms are most often compared to recipes, which take a specific set of ingredients and transform them through a series of explainable steps into a predictable output”.

demasiada e que também não diminua o algoritmo às comparações e analogias já conhecidas nos dias de hoje, como “conjunto de instruções” ou uma “receita de bolo”, busco neste ponto do texto facilitar um entendimento mais real do termo após sua evolução técnica e conceitual, que atravessam diversos campos do conhecimento humano.

Em um contexto como o de uma partida de “jogo da velha”, é possível descrever, de maneira muito simples, um algoritmo que permitirá a um jogador nunca perder uma partida, como descreve Pedro Domingos:

Se você ou seu oponente tiverem dois jogos seguidos, jogue no restante quadrado. Caso contrário, se houver um movimento que crie duas linhas de duas seguidas, jogue naquela. Caso contrário, se o quadrado central estiver livre, jogue lá. Caso contrário, se seu oponente jogou em um canto, jogue no oposto canto. Caso contrário, se houver um canto vazio, jogue lá. Caso contrário, jogue em qualquer quadrado vazio.<sup>22</sup> (DOMINGOS, 2015, p. 3)

É compreensível, que em um contexto não necessariamente computacional, o algoritmo seja comparado a uma receita ou uma série de instruções finitas. Por definição, um algoritmo é, sim, um procedimento matemático e lógico, a partir do qual um objetivo pode ser alcançado em um número finito de passos (BERLINSKI, 2000). Apesar de correta, a afirmação de abordagem matemática publicada nos anos dois mil parece ignorar a própria computação. De acordo com Goffey (2008), “há equívoco suficiente sobre a natureza puramente formal desta construção para nos permitir entender que há mais em um algoritmo do que forma logicamente consistente”<sup>23</sup> (p. 19).

Berlinski (2000) que se referiu ao algoritmo como “artefato inteligente” (p. 321) na mesma obra em que tanto o simplificou, parecia - ainda que intrinsecamente - compreender a complexidade de tal artefato. Afirmar que máquinas pensam ou são inteligentes ainda parece um ato equivocados, mesmo em 2022. Matteo Pasquinelli (2017) traçou um caminho interessante em seu artigo para aprofundar e – por que não dizer? – desmistificar alguns usos do termo “inteligência artificial”, que ainda nos dias de hoje é muito utilizada, equivocadamente ou com intenções de desinformação, como uma forte aproximação à inteligência humana:

---

<sup>22</sup> Tradução do autor para “If you or your opponent has two in a row, play on the remaining square. Otherwise, if there’s a move that creates two lines of two in a row, play that. Otherwise, if the center square is free, play there. Otherwise, if your opponent has played in a corner, play in the opposite corner. Otherwise, if there’s an empty corner, play there. Otherwise, play on any empty square.”

<sup>23</sup> Tradução do autor para “there is sufficient equivocation about the purely formal nature of this construct to allow us to understand that there is more to the algorithm than logically consistent form”.

O que a grande mídia chama de Inteligência Artificial é uma forma folclórica de se referir a redes neurais para reconhecimento de padrões (uma tarefa específica dentro da definição mais ampla de inteligência e, com certeza, não exaustiva). O reconhecimento de padrões é possível graças ao cálculo do estado interno de uma rede neural que incorpora a forma lógica da indução estatística. A inteligência das redes neurais é, portanto, apenas uma inferência estatística das correlações de um conjunto de dados de treinamento. Os limites intrínsecos da indução estatística encontram-se entre o sobreajuste e a apofenia, cujos efeitos vão surgindo gradativamente na percepção coletiva e na governança<sup>24</sup>. (PASQUINELLI, 2017, p. 11)

O uso da palavra “inteligência” para definir um processo computacional tem maior capacidade de confundir do que qualquer potencial de elucidar o que forma esse tipo de processo. As observações de Henry Kissinger, Eric Schmidt e Daniel Huttenlocher sobre o tema são relevantes nesse ponto.

(...) a palavra inteligência não explica adequadamente o que está ocorrendo, e atribuir qualidades antropomórficas à IA é contraproducente. A IA não é maliciosa nem gentil; não tem intenção ou objetivos desenvolvidos de forma independente; não se envolve em auto-reflexão. O que a IA pode fazer é executar tarefas bem especificadas para ajudar a descobrir associações entre dados e ações, fornecendo soluções para dilemas que as pessoas consideram difíceis e talvez impossíveis. Esse processo cria novas formas de automação e, com o tempo, pode produzir formas inteiramente novas de pensar.<sup>25</sup> (KISSINGER; SCHMIDT; HUTTENLOCHER, 2019)

O “Paradoxo de Moravec”, amplamente difundido nos debates internos do campo da Computação, sugere um posicionamento bastante próximo apesar de ter corriqueiras interpretações distintas ao elaborar que o que chamamos por “raciocínio” requer muito pouca capacidade computacional, enquanto funções perceptivas, sensórias e motoras exigiriam muito mais recursos computacionais (MORAVEC, 1988). A diferença interpretativa está na própria crítica aos “testes de inteligência”, feita por ele.

(...) ficou claro que é comparativamente fácil fazer com que os computadores exibam desempenho de nível adulto na resolução de problemas em testes de inteligência ou jogar damas, e difícil ou impossível dar a eles as habilidades de uma criança de um ano quando se trata de percepção e mobilidade. Em retrospecto,

---

<sup>24</sup> Tradução do autor para “What mainstream media call Artificial Intelligence is a folkloristic way to refer to neural networks for pattern recognition (a specific task within the broader definition of intelligence and, for sure, not an exhaustive one). Pattern recognition is possible thanks to the calculus of the inner state of a neural network that embodies the logical form of statistical induction. The ‘intelligence’ of neural networks is, therefore, just a statistical inference of the correlations of a training dataset. The intrinsic limits of statistical induction are found in between over-fitting and apophenia, whose effects are gradually emerging in collective perception and governance”.

<sup>25</sup> Tradução do autor para “(...) the word intelligence does not adequately explain what is occurring, and ascribing anthropomorphic qualities to AI is out of order. AI is neither malicious nor kind; it does not have independently developed intent or goals; it does not engage in self-reflection. What AI can do is to perform well-specified tasks to help discover associations between data and actions, providing solutions for quandaries people find difficult and perhaps impossible. This process creates new forms of automation and in time might yield entirely new ways of thinking.out of order”

essa dicotomia não é surpreendente. Desde que os primeiros animais multicelulares apareceram há cerca de um bilhão de anos, a sobrevivência na feroz competição por recursos limitados como espaço, comida ou parceiros sexuais tem sido frequentemente concedida ao animal que poderia produzir mais rapidamente uma ação correta a partir de percepções inconclusivas.<sup>26</sup> (MORAVEC, 1988, p. 114)

A partir da abordagem comparativa de Stanislas Dehaene (2022) sobre aprendizagem de máquinas e de humanos, além de compreender os estilos, bem como os pontos de aproximação e distanciamento entre humanos e máquinas nesse sentido; ainda é possível recuperar uma passagem historicamente interessante de Descartes, em sua obra “Discurso do método” (originalmente de 1637), quando Dehaene aborda a linguagem como elemento complexo para o aprendizado de máquinas.

Se houvesse máquinas que se assemelhassem a nossos corpos e imitassem nossas ações tanto quanto moralmente possível, nós sempre teríamos dois recursos seguros para reconhecer que elas são genuinamente humanas. O primeiro é que não seriam capazes de usar a fala, ou outros sinais, compondo-os da forma como o fazemos para expressar nossos pensamentos a outras pessoas. Seria fácil imaginar uma máquina que formulasse palavras... só que ela não seria capaz de dispô-las de modos diferentes para responder aos significados de tudo que se disser em sua presença, como sabem fazer até mesmo seres humanos menos inteligentes. E o segundo é que, mesmo que fizessem muitas coisas tão bem como ou, quem sabe, melhor do que qualquer um de nós, fracassariam fatalmente em outras. Descobrir-se-ia, assim, que não agiram com base em conhecimentos, mas meramente em decorrência da disposição de suas engrenagens. Porque, ao passo que a razão é um instrumento universal que pode ser usado em toda sorte de situações, essas engrenagens necessitam de uma disposição específica para cada ação particular. (DESCARTES, 1973 apud DEHAENE, 2022, p. 69)

Partindo do princípio observável na atualidade, quando tudo que chamamos por “inteligência artificial” é constituído por algoritmos, um aprofundamento ainda mais detalhado sobre o assunto não se faz oportuno nesta etapa da pesquisa, que pretende se desdobrar como um aprofundamento na complexidade algorítmica. Se não entidades independentes e superiores aos humanos e tampouco meras instruções matemáticas, como podemos compreender os algoritmo em uma sociedade tão atravessada por suas consequências?

De acordo com Caplan et al. (2018), “um algoritmo é uma série de instruções para como um computador deve cumprir uma tarefa particular”<sup>27</sup> (p. 4). A definição é muito

---

<sup>26</sup> Tradução do autor para “(...) it has become clear that it is comparatively easy to make computers exhibit adult-level performance in solving problems on intelligence tests or playing checkers, and difficult or impossible to give them the skills of a one-year-old when it comes to perception and mobility. In hindsight, this dichotomy is not surprising. Since the first multi-celled animals appeared about a billion years ago, survival in the fierce competition over such limited resources as space, food, or mates has often been awarded to the animal that could most quickly produce a correct action from inconclusive perceptions.”

<sup>27</sup> Tradução do autor para “An algorithm is a set of instructions for how a computer should accomplish a particular task”.

próxima da presente na obra “O Algoritmo Mestre” de Pedro Domingos (2015, p.1): “um algoritmo é uma sequência de instruções que diz a um computador o que fazer”<sup>28</sup>. Tais definições convergem em dois pontos interessantes: objetividade e a relação direta com os computadores.

Para desprender a exagerada simplicidade, atrelada por vezes ao algoritmo, é possível questionar: uma receita de bolo é capaz de produzir um bolo? A resposta lógica é não. Uma receita de bolo precisa de uma máquina ou de um ser humano que a execute. Por não estar restrito a uma lógica tangível, o algoritmo roda com a ajuda de programas e, a partir das tecnologias existentes possibilita alterações em sua própria estrutura. (PARISI, 2013; FINN, 2017; PASQUINELLI, 2017;) Uma receita de bolo poderia fazer isso, de maneira independente?

Neste ponto do texto, é importante ressaltar que a noção de algoritmo pode ter tido origem antes do próprio Muḥammad ibn Mūsā al-Khwārizmī, de quem a nomenclatura se origina. Sob uma perspectiva puramente matemática, atribui-se, comumente, a Euclides a criação do primeiro algoritmo. Em obra publicada em – aproximadamente - 300 A.C., o matemático descreve um método para calcular o máximo divisor comum de dois números (TOUSSAINT, 2005). O algoritmo euclidiano, como ficou conhecido, é utilizado até hoje para esse tipo de cálculo, e é amplamente utilizado como um exemplo relativamente básico para construção de algoritmos.

A série de parâmetros para encontrar o MDC (Máximo Divisor Comum) descrita por Euclides pode ser representada de maneira recursiva da seguinte forma:

```
EUCLID(m; k)
1. if k = 0
2. then return m
3. else return EUCLID(k, m mod k)
Running this algorithm with m = 8 and k = 5 we obtain:
EUCLID(8,5) = EUCLID(5,3) = EUCLID(3,2) = EUCLID(2,1) = EUCLID(1,0) = 1
(TOUSSAINT, 2005, p. 3)
```

Tal recursividade demonstrada pelo código acima é o que permite verificações tão rápidas a partir de um processamento computacional. E, também, por essa característica não é mais possível comparar algoritmos uma mera receita de bolo. Não há como separar os algoritmos deste processamento computacional e de suas possibilidades recursivas nos dias de hoje. E, a partir deste contexto, o “Bird Whistle” mencionado anteriormente ganha

---

<sup>28</sup> Tradução do autor para “An algorithm is a sequence of instructions telling a computer what to do”.

destaque como uma forma original dos algoritmos como podem ser percebidos na atualidade. Pela sua capacidade própria de automação, independente de comandos humanos no decorrer do processo.

Morin (2011) utiliza o conceito de recursividade como uma das características do pensamento complexo. Segundo o autor, trata-se de “uma ideia em ruptura com a ideia linear de causa/efeito, de produto/produtor, de estrutura/superestrutura, já que tudo o que é produzido volta-se sobre o que o produz num ciclo”. (p. 74)

A recursividade não implica, obrigatoriamente, uma *autopoiesis*<sup>29</sup>. Ou seja, algoritmos recursivos, como o representado no exemplo euclidiano, não criam partes de si ou se multiplicam, apesar de tal característica já ter sido observada, segundo Parisi, quando algoritmos são capazes de “aprender a aprender” (2017, p. 9), em um processo que conhecemos como “machine learning”, atualmente. Não há aqui a intenção de discordar do exposto a partir de Psquinelli (2017). Há aqui um “meio”, um lugar entre a inteligência e a mera repetição. A definição de Gillespie (2014) parece apontar para esse caminho de potencialidades, sem exageros definitivos; para o autor, algoritmos são “estruturas codificadas, baseadas em cálculos específicos, para a transformação de *inputs* de dados em um desejável *output*”<sup>30</sup> (p. 1).

No campo da matemática, definições que incluem a recursividade como característica potencial dos algoritmos enquanto modelos computacionais ou máquinas abstratas também se valem dessa relação *output/input* para estabelecerem definições, como é possível recuperar a partir da obra de Moschovakis (2001): “Para o presente propósito de comparar modelos de computação com características recursivas, nós iremos adotar uma noção mais geral de máquina onde, em particular, incorpora o modo de usar o input e produzir o output.”<sup>31</sup> (p. 2)

Há um termo auxiliar no entendimento desse “meio”. Parisi (2013) os chama de ocasiões atômicas ou preensões, que podem ser definidas como: “o processo pelo qual

---

<sup>29</sup> Segundo Maturana e Varela (1972), trata-se da capacidade de um sistema de produzir-se e manter-se a partir da criação de suas próprias partes.

<sup>30</sup> Tradução do autor para “they are encoded procedures for transforming input data into a desired output, based on specified calculations”.

<sup>31</sup> Tradução do autor para “For the present purpose of comparing models of computation with recursive definitions, we will adopt a most general notion of machine which, in particular, incorporates the mode of using the input and producing output.”

uma entidade real confronta dados infinitos por meio da seleção, avaliação, inclusão, exclusão e transformação física e/ou conceitual de dados, e pelo qual ela investe e reprograma o campo real de potencialidade.”<sup>32</sup> (p. 265) Ainda de acordo com Morin (2011),

(...) na lógica recursiva, sabe-se muito bem que o adquirido no conhecimento das partes volta-se sobre o todo. O que se aprende sobre as qualidades emergentes do todo, tudo que não existe sem organização, volta-se sobre as partes. Então pode-se enriquecer o conhecimento das partes pelo todo e do todo pelas partes, num mesmo movimento produtor de conhecimento. (p. 75)

Ao produzir resultados diferentes, um algoritmo não está, necessariamente, pensando. A citação de Morin (2011) não tem relação com um processo computacional, onde o conhecimento dá lugar a um conjunto de dados. Os resultados diferentes retornando sobre os resultados obtidos anteriormente são, exatamente, a origem desse “processamento complexo”. A recursividade, segundo Hui (2019):

(...) não é mera repetição mecânica; é caracterizada pelo movimento repetitivo de retornar a si próprio para se determinar, enquanto todo movimento é aberto à contingência, que por sua vez determina sua singularidade. Podemos imaginar uma forma espiral, em todos os seus movimentos circulares, que determina sua transformação parcial a partir dos movimentos circulares passados, que ainda prolongam seus efeitos como ideias e impressões.<sup>33</sup> (p. 2)

A partir desse pensamento, é possível depreender que o que separa um processo repetitivo como o de um loop circular, cuja trajetória retorna sempre ao lugar de origem (HUI, 2019) e uma espiral, em que novos inputs podem gerar uma não repetição, pode ser um processo de apreensão.

Segundo Hayles (2014 apud PARISI, 2017), esse tipo de pensamento pode ser classificado como:

(...) uma visão emergentista da cognição inconsciente que desafia a centralidade da sapiência humana em favor de um infraestrutura cognitiva coevolucionária, onde algoritmos não adaptam-se passivamente aos dados recuperados, mas em vez disso, estabelecem novos padrões de significado agregando, combinando, e selecionando dados.<sup>34</sup> (p. 7)

---

<sup>32</sup> Tradução do autor para “The process by which an actual entity confronts infinite data through the physical and/or conceptual selection, evaluation, inclusion, exclusion, and transformation of data, and by which it thereby invests and reprograms the actual field of potentiality.”

<sup>33</sup> Tradução do autor para “(...) it is not mere mechanical repetition; it is characterized by the repetitive movement of returning to itself to determine itself, while every movement is open to contingency, which in turn determines its uniqueness. We can imagine a spiral shape, in all its circular movements, which determines its partial transformation from past circular movements, which still prolong its effects as ideas and impressions.”

<sup>34</sup> Tradução do autor para “This is an emergentist view of nonconscious cognition that challenges the centrality of human sapience in favor of a coevolutionary cognitive infrastructure, where algorithms do not passively adapt to data retrieved but instead establish new patterns of meaning by aggregating, matching, and selecting data.”

Os processos de agregação, combinação e de seleção de dados citados por Hayles (2014) constituem as bases dos algoritmos que cada vez mais mediam as interações humanas como o ciberespaço. E assim como esse espaço fez emergir uma cultura, na medida em que depositamos nossa crença nos algoritmos, e confiamos a eles tarefas do nosso cotidiano, emerge uma cultura algorítmica (GALLOWAY, 2006; STRIPHAS, 2015), na qual passamos a estar cada vez mais imersos enquanto nos tornamos seres dependentes dessa mediação em diferentes aspectos de nossas vidas, permeando não só as relações interativas com interfaces gráficas computacionais, mas principalmente relações entre seres humanos.

A economia compartilhada, em última análise, depende de uma forma atomizada de intimidade, uma série de encontros íntimos e fugazes com estranhos que são administrados e subscritos (em termos emocionais, financeiros e de responsabilidade) por máquinas de cultura algorítmica. Embora essa intimidade seja necessária para o funcionamento da economia compartilhada, não é a mercadoria primária que esses sistemas estão vendendo. O que realmente se vende é a própria interface: a experiência da cultura mediada por computador e sua simplificação e abstração algorítmica subjacente. Ter um estranho que você nunca conheceu chegando para limpar seu banheiro ou se sentar ao seu lado enquanto eles o levam para casa é íntimo, mas também estranho.<sup>35</sup> (FINN, 2017, p. 129)

As relações entre humanos mediadas por algoritmos, interfaces e hardwares diversos são mais humanas e naturais? Ou são relações mais artificiais? Quando critica-se os algoritmos ou quando há um debate ou discussão sobre a máquina cultural (FINN, 2017) que são, esta ação já é feita a partir dessas máquinas, inseparável de uma cultura não forjada por algoritmos, mas modulada por sua interferência constante. Se mesmo ocupando um mesmo espaço físico, com olhares não mediados, os dispositivos e os assuntos que emergem destes a partir de notificações e novos olhares em direção às suas interfaces gráficas modulam comportamentos humanos, é possível concluir que raramente as relações absolutamente humanas dependem desse “fora” do contexto algorítmico?

“Nós vivemos na era do algoritmo”<sup>36</sup>, de acordo com Domingos (2015, p. 1). Nem sempre é possível perceber mas a influência algorítmica em nossa sociedade penetra

---

<sup>35</sup> Tradução do autor para “The sharing economy ultimately depends on an atomized form of intimacy, a series of fleeting, close encounters with strangers that are managed and underwritten (in emotional, financial, and liability terms) by algorithmic culture machines. While this intimacy is necessary for the sharing economy to function, it is not the primary commodity these systems are selling. The real sell is the interface itself: the experience of computationally mediated culture and its underlying algorithmic simplification and abstraction. Having a stranger you have never met arrive to clean your bathroom or sit next to you while they drive you home is intimate but also awkward.”

<sup>36</sup> Tradução do autor para “We live in an algorithmic age”.

diferentes segmentos da economia e o cotidiano dos indivíduos. Ainda de acordo com Domingos (2015):

Eles são a trama do tecido de nossa vida cotidiana. Não estão apenas em seu celular ou em seu laptop, mas em seu carro, sua casa, seus utensílios domésticos e seus brinquedos. Seu banco é um gigantesco emaranhado de algoritmos, com humanos girando os botões aqui e ali. Algoritmos agendam voos e depois pilotam os aviões. Algoritmos administram fábricas, comercializam e entregam mercadorias, calculam os lucros e mantêm registros. Se todo algoritmo parasse de funcionar de repente, seria o fim do mundo como o conhecemos.<sup>37</sup> (p. 1)

Para melhor compreender os tipos de decisão para as quais algoritmos já podem ser utilizados e o alcance da presente discussão, a Quadro 1 elenca, a partir de Caplan et al. (2018).

Quadro 1 – Algumas aplicações de algoritmos na atualidade.

Classificar currículos para candidaturas a empregos
Alocar serviços sociais
Decida quem vê os anúncios de abertura de cargos, habitação e produtos
Decidir quem deve ser promovido ou demitido
Estimar o risco de uma pessoa cometer crimes ou a duração de uma pena de prisão
Avaliar e alocar seguros e benefícios
Obtenção e determinação de crédito
Classifique e selecione notícias e informações em motores de busca

Fonte: Adaptado de Caplan et al., 2018, p. 5<sup>38</sup>.

De nenhum modo, o objetivo desta tese é lutar contra o avanço tecnológico, a partir de uma perspectiva fáustica<sup>39</sup> ou mesmo debater se há interferência na característica

<sup>37</sup> Tradução do autor para “They are woven into the fabric of everyday life. They’re not just in your cell phone or your laptop but in your car, your house, your appliances, and your toys. Your bank is a gigantic tangle of algorithms, with humans turning the knobs here and there. Algorithms schedule flights and then fly the airplanes. Algorithms run factories, trade and route goods, cash the proceeds, and keep records. If every algorithm suddenly stopped working, it would be the end of the world as we know it.”

<sup>38</sup> Tradução do autor para “Sort résumés for job applications; Allocate social services; Decide who sees advertisements for open positions, housing, and products; Decide who should be promoted or fired; Estimate a person’s risk of committing crimes or the length of a prison term; Assess and allocate insurance and benefits; Obtain and determine credit; and Rank and curate news and information in search engines.”

<sup>39</sup> A partir de FERRAZ (2000), trata-se de uma corrente de pensamento relacionada à tecnofobia, baseada no mito germânico de Fausto.

humana das relações sociais. Tampouco, reforçar benefícios ou assumir uma dependência, confiança ou devoção aos algoritmos a partir de um olhar prometeico<sup>40</sup> fitando tais questões. A partir do contexto algorítmico em que a sociedade se insere, parece mais profícuo entender as nuances dessa associação humano-algoritmo e as questões que cabem aos humanos debater e melhorar, em prol de uma relação transparente, consciente e justa.

Os tópicos seguintes deste capítulo buscam uma abordagem atual de algumas das questões que surgem a partir do contexto algorítmico e que são endereçáveis na busca pela compreensão deste contexto e dos impactos sociais que emergem, potencialmente ou já caracterizados em nossa rotina, a partir deste cenário.

### **3.1. A questão da transparência algorítmica**

De tempos em tempos, revelações inquietantes sobre identificação de vieses e diferentes tipos do que é possível chamar de equívocos algoritmos são publicados e disseminados a partir dos mesmos dispositivos, aplicativos, plataformas e redes, recheados de potenciais mediações algorítmicas e sujeitos aos mesmos eventos citados no início deste parágrafo.

O que há em comum entre a grande maioria deles é o fato de se tornarem públicos algum tempo depois de que algum tipo de estrago já foi feito. Em 2013, Eric Loomis dirigia um veículo que havia sido utilizado em um tiroteio, quando foi preso por policiais no estado de Wisconsin. Em seu julgamento, conduzido por um juiz humano, um dos fatores citados foi o alto índice de reincidência criminal, calculado por um programa de computador: o COMPAS (Correctional Offender Management Profiling for Alternative Sanctions).<sup>41</sup>

O COMPAS se utilizava do próprio histórico de condenações no sistema de justiça americano para calcular probabilidades de reincidência criminal. Em cerca de três anos, era possível saber que o algoritmo que integrava a espinha dorsal do COMPAS classificava

---

<sup>40</sup> A partir de FERRAZ (2000), trata-se de uma corrente de pensamento relacionada à tecnofilia, baseada no mito grego de Prometeu.

<sup>41</sup> “When an algorithm helps to send you to prison”, por Ellora Thadaney Israni. Publicado em The New York Times, em 26/06/2017. Disponível em: <https://www.nytimes.com/2017/10/26/opinion/algorithm-compas-sentencing-bias.html>. Acesso em: jul. 2019.

erroneamente como um risco maior de reincidência criminal duas vezes mais réus negros do que réus brancos; dentre outras conclusões que reforçavam o viés algorítmico. (LARSON et al., 2016)

Os algoritmos não estão imunes ao problema da discriminação já que são programados por seres humanos, cujos valores e pressupostos estão sujeitos a serem embutidos nos produtos de sua programação (PASQUALE, 2015). Um algoritmo pode, até mesmo, ser interpretado como uma opinião embutida em matemática (O'NEIL, 2020). E para além dos julgamentos e condenações que ocorrem em tribunais, os algoritmos passam a integrar diversos tipos de sistemas de reputação (PASQUALE, 2015) que hoje servem como embasamento para decisões de cunho afetivo, profissional e político. Podem, inclusive, auxiliar na avaliação individual sobre o comportamento de cidadãos, com consequências diretas previstas a alguns de seus direitos<sup>42</sup>.

Modelos opacos e invisíveis são a regra, e os transparentes a exceção. Somos modelados enquanto compradores e preguiçosos de sofá, enquanto pacientes médicos e requerentes de empréstimo, e disso vemos muito pouco – mesmo em aplicativos em que alegremente nos cadastramos. Mesmo quando tais modelos se comportam bem, a opacidade pode dar uma sensação de injustiça. Se ao entrar num espetáculo a céu aberto o funcionário lhe dissesse que não é permitido sentar-se nas dez primeiras fileiras, você acharia descabido. Mas se lhe fosse explicado que as dez primeiras fileiras são reservadas para pessoas com cadeiras de rodas, pode fazer uma boa diferença. Transparência é importante. (O'NEIL, 2020, p. 46)

O processo descrito por O'Neil (2020) remete bastante às definições de Deleuze (1992) quanto as operações de molde na Sociedade de Controle, que diferentes das instituições disciplinares passam a operar de maneira invisível, por modulação. Pode-se pensar nos algoritmos como meios para essa operação. Em uma sociedade totalmente permeada por esses modelos matemáticos e computacionais, é paradoxal, mas totalmente possível – como será discutido em momento oportuno deste texto – que essa modulação invisível careça de transparência.

Diferentemente do processo de “modelagem” citado pela autora, que estaria muito mais próximo do processo de “moldagem”, os algoritmos parecem se aproximar muito mais da modulação em nossa lógica de organização social atual. Nesse processo de modulação, não há espaços para um molde ou modelo fixo, “nunca há tempo de (...) removê-lo do molde” (SIMONDON, 1964 apud DELEUZE, 2003, p. 108). Ainda abordando esta diferença,

---

<sup>42</sup> “Who needs democracy when you have data?”, por Christina Larson. Publicado em Technology Review, em 20/08/2018. Disponível em: <https://www.technologyreview.com/2018/08/20/240293/who-needs-democracy-when-you-have-data/>. Acesso em: ago. 2019.

é possível destacar que, com base no pensamento simondoniano, “Moldar é modular de maneira definitiva; modular é moldar de maneira contínua e perpetuamente variável” (SIMONDON, 2020, p. 52).

Compreender como decisões a partir de algoritmos e como eventuais modulações são forjadas não deveria ser possível somente meses ou anos depois da aplicação da referida decisão. E para que seja possível seguir em direções que permitam vislumbrar um real entendimento algorítmico em situações de interesse da população, há dois temas relevantes que ganham destaque neste tópico: a transparência e a explicabilidade dos algoritmos.

A escassez de transparência algorítmica é um assunto bastante comum nas obras que abordam a questão algorítmica nos últimos anos. Frank Pasquale traz questões seminais em sua obra “The Black-Box Society” (2015) e traça uma analogia que é bastante repercutida e utilizada até hoje: a dos algoritmos como “caixas-pretas”. Para o autor, os algoritmos e o *Big Data* permearam três campos altamente relevantes da sociedade: reputação, busca e finanças. A tomada de decisão via algoritmos já avança com velocidade por algum tempo nos três campos citados e, a opacidade citada pelo autor nesse tipo de decisão demonstra uma sociedade inconsciente de processos de decisão que interferem diretamente em suas rotinas financeiras, pessoais, profissionais, intelectuais e em aspectos diversos que ainda poderiam ser listados a partir das três grandes áreas citadas.

Ao utilizar a analogia da “caixa-preta” para descrever esse tipo de associação, demonstrando uma sociedade também algorítmica, Pasquale (2015) reforça que o uso da expressão tem um duplo sentido, e que ambos são úteis para a alegoria conceitual que busca empregar:

(...) um dispositivo capaz de gravar, como os sistemas de monitoramento de dados em aviões, trens e automóveis. Ou pode significar um sistema cujo funcionamento é misterioso, onde podemos ver os inputs e os outputs, mas não podemos ver como um se torna o outro.<sup>43</sup> (PASQUALE, 2015, p. 3)

De acordo com Ball, o objetivo da transparência é desenvolver sistemas com mais responsabilidade, eficiência e eficácia (2009, p. 293 apud ANANNY; CRAWFORD, 2016), e a transparência organizacional pode ser compreendida sob dois contextos diferentes: “valor público adotado pela sociedade para combater a corrupção’ como sinônimo para

---

<sup>43</sup> Tradução do autor para “a recording device, like the data- monitoring systems in planes, trains, and cars. Or it can mean a system whose workings are mysterious; we can observe its inputs and outputs, but we cannot tell how one becomes the other.

‘tomada de decisão aberta por governos e organizações sem fins lucrativos’ e ‘ferramenta complexa para boa governança’<sup>44</sup> (ANANNY; CRAWFORD, 2016, p. 4).

Em um sentido amplo, é possível compreender a transparência como uma “rejeição a representações estabelecidas (...) em direção a representações que são mais intrinsecamente verdadeiras que outras”<sup>45</sup> (CHRISTENSEN; CHENEY, 2015, p. ). Ainda, de acordo com os mesmos autores, a transparência permite descobrir a verdadeira essência de um sistema (CHRISTENSEN; CHENEY, 2015, p. 77 apud ANANNY; CRAWFORD, 2016, p. 3).

Apesar de todas as iniciativas históricas do movimento e do ideal hacker (GOERZ, 2003; WARK, 2004) e do debate em torno da transparência algorítmica (PASQUALE, 2015; DIAKPOULOS, 2016; ANANNY; CRAWFORD, 2016; O’NEIL, 2020), há uma complexidade constatada na busca por soluções transparentes nesse contexto.

Uma justificativa comum é de que o algoritmo constitui um “molho secreto”. Crucial ao negócio. É propriedade intelectual, e deve ser defendida, caso necessário, com legiões de advogados e lobistas. No caso de gigantes da web como Google, Amazon e Facebook, esse algoritmos precisamente talhados valem sozinhos centenas de bilhões de dólares. As ADMs<sup>46</sup> são, por projeto, caixas-pretas impenetráveis. (O’NEIL, 2020, p. 47)

O argumento citado por O’Neil (2020) é uma das principais barreiras para a transparência algorítmica. Também com forte presença nos trabalhos de Pasquale (2015) e Diakapoulos (2016), a propriedade intelectual como diferencial competitivo no contexto capitalista é base dos principais argumentos das Big Techs<sup>47</sup> para a opacidade de seus algoritmos.

Segundo Morozov,

(...) precisamos urgentemente desenhar fronteiras nítidas entre os algoritmos e os dados com que são alimentados; é preciso ressaltar que os dados são o operador

---

<sup>44</sup> Tradução do autor para “public value embraced by society to counter corruption,” as a synonym for “open decision-making by governments and nonprofits,” and as a “complex tool of good governance”.

<sup>45</sup> Tradução do autor para “rejection of established representations (...) toward representations that are more intrinsically true than others”.

<sup>46</sup> Sigla que dá título à obra original de Cathy O’Neil (2020): *Armas de Destruição Matemática*. O termo é utilizado como um sinônimo para algoritmos nocivos de algum modo.

<sup>47</sup> Termo que intitula a obra de Evgeny Morozov (2018). O autor usa a expressão para se referir às grandes empresas de tecnologia (normalmente se referindo a Google, Facebook, Amazon, Microsoft e Apple, – conjunto que também é comumente conhecido pela sigla GAFAM – mas não exclusivamente tais organizações) a partir de uma perspectiva negativa, assim como já se utilizava nos contextos das “Big Pharma”, “Big Food” e “Big Oil”, por exemplo.

oculto e enganador da máquina algorítmica. (...) tais revelações podem ajudar a enfraquecer a imensa confiança que quase todos nós depositamos nesses sistemas aparentemente objetivos. (MOROZOV, 2018, p. 179)

Nessa fronteira proposta por Morozov pode residir o foco das questões que englobam a transparência algorítmica, uma vez que a opacidade reproduzida em organizações cujos algoritmos significam a origem de seus lucros impede uma real noção sobre as origens e as naturezas de dados utilizados como *inputs*, mas também bloqueiam as chances de entendimento do processo pelo qual *outputs* são gerados.

O trecho de Morozov (2018) é um alerta importante, apesar de também trazer um ponto novo à discussão, ao abordar os dados como “operador oculto e enganador da máquina algorítmica”. Esse tipo de visão, assim como algumas reforçadas por Parisi (2013; 2017) ajudam a criar um ideal algorítmico que se iguala à uma entidade executora totalmente independente. E tal visão só nos distancia de um pensamento crítico e de uma potencial política de responsabilização que deve englobar pessoas e/ou organizações. Quando um tipo de *input* é adicionado a uma fórmula algorítmica, geralmente há pessoas envolvidas nessa tomada de decisão, ou há uma linha de evolução na cadeia tecnológica que permitiu que esse processo fosse implementado.

A crítica de Deleuze (1992), presente na própria obra de Morozov (2018) ressalta que no processo evolutivo da tecnologia, as máquinas são apenas uma parte das análises que são demandadas, seja nos dias atuais ou em trechos do passado:

A cada tipo de sociedade, evidentemente, pode-se fazer corresponder um tipo de máquina: as máquinas simples ou dinâmicas para as sociedades de soberania, as máquinas energéticas para as de disciplina, as cibernéticas e os computadores para as sociedades de controle. Mas as máquinas não explicam nada, é preciso analisar os agenciamentos coletivos dos quais elas são apenas uma parte (DELEUZE, 1992, p. 216 apud MOROZOV, 2018, p. 42).

A passagem traduz bastante das intenções desta tese, que com análises bastante contextuais, fenomenológicas e relacionais, buscará compreender os agenciamentos, adequações, ambientações e dinâmicas identificáveis e possíveis na relação entre humanos e algoritmos.

No contexto de controle em que a sociedade se insere, seja ela algorítmica ou “caixa-preta”, a transparência pode ser indicada como um primeiro passo para o aprimoramento dos agenciamentos coletivos cada vez mais mediados algorítmicamente. Pasquale (2015) reforça que é preciso “acabar com os jogos recursivos de ‘divulgação’ e ‘truques para derrotar a divulgação’ que atormentam os reguladores. Transações que são muito

complexas para explicar a leigos podem também ser complexas demais para que se permita existir”<sup>48</sup> (p. 16).

Em uma crítica à nomenclatura “sociedade da transparência” (título da obra a ser citada em seguida), Byung-Chul Han (2017) ressalta que um fluxo exacerbado de informações, como temos na atualidade, não implica ou significa que tenhamos necessariamente mais transparência.

A sociedade da transparência não padece apenas com a falta de verdade, mas também com a falta de aparência. Nem a verdade nem a aparência são tão transparentes; somente o vazio é totalmente transparente. Para exorcizar-se esse vazio coloca-se em circulação uma grande quantidade de informações, sendo que a massa de informações e de imagens é um enchimento onde ainda se faz sentir o vazio. Assim, mais informações e mais comunicação não *clarificam* o mundo; a transparência tampouco o torna clarividente. A massa de informações não gera *verdade*, e quanto mais se liberam informações tanto mais intransparente torna-se o mundo. Por isso, a hiperinformação e a hipercomunicação não trazem *luz* à escuridão. (HAN, 2017, p. 95-96)

No campo algorítmico, simplesmente permitir o acesso a um código ou operações matemáticas está longe do bastante para um real entendimento. É preciso que esse conjunto seja “facilmente discernível e legível; que as audiências sejam competentes, envolvidas e capazes de compreender”<sup>49</sup> (CHRISTENSEN; CHENEY, 2015, p. 74).

Pasquale (2015) enfatiza que uma das táticas mais utilizadas por empresas que desejam manter algum tipo de sigilo técnico ou até mesmo no âmbito legal é a da ofuscação. A técnica também pode ser utilizada como “cortina de fumaça”, quando algum segredo já foi comprometido. Uma empresa pode responder à uma requisição a respeito de informações legais, por exemplo, com um documento de 30 milhões de páginas. Stohl et al. (2016) classificam esse tipo de comportamento como “opacidade estratégica” (p. 133). Exemplos como esse, assim como os dos infundáveis termos de uso que podem demandar dias para serem lidos reforçam o que Han (2017) quis exemplificar na crítica citada previamente.

Atores que desejam manter certas informações ocultas, mas que estão vinculados a regulamentos ou normas de transparência, podem produzir opacidade aumentando estrategicamente a disponibilidade, aprovação e acessibilidade das informações. Nesses casos, tanta informação é visível que informações sem importância levarão tanto tempo e esforço para filtrar que os receptores serão

---

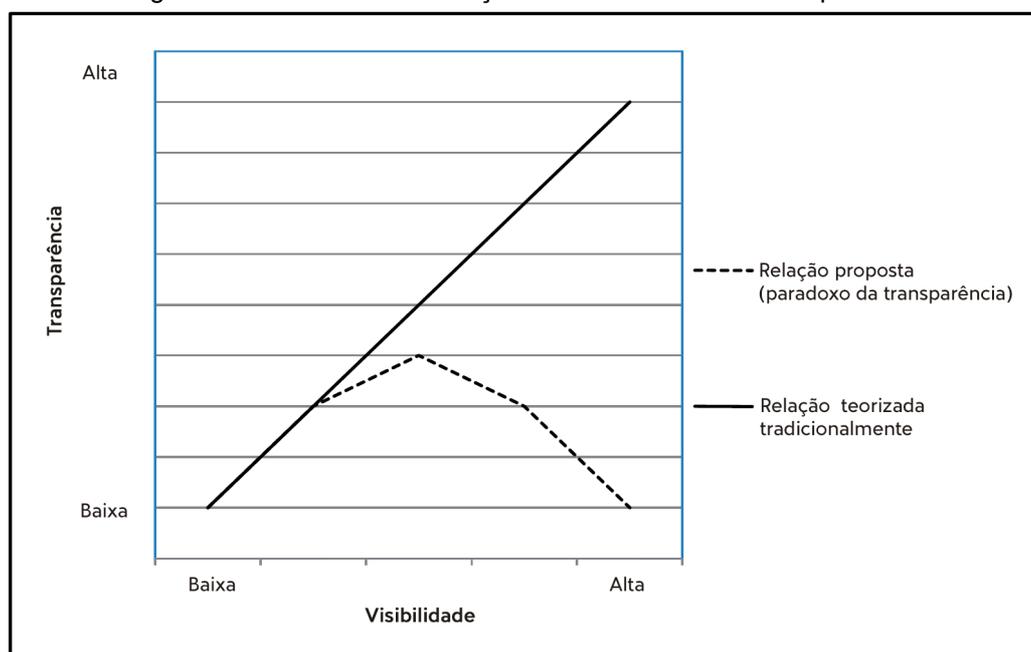
<sup>48</sup> Tradução do autor para “We need to put an end to the recursive games of “disclosure” and “tricks to defeat disclosure” that have plagued regulators. Transactions that are too complex to explain to outsiders may well be too complex to be allowed to exist.”

<sup>49</sup> Tradução do autor para “easily discernible and readable; that audiences are competent, involved and able to understand”.

distraídos da informação central que o ator deseja ocultar. Ao produzir opacidade estrategicamente, um ator pode ocultar informações à vista de todos, de modo que ainda pareçam atender às expectativas de transparência.<sup>50</sup> (STOHL et al., 2016, p.134)

Tal efeito é teorizado por Stohl et al. (2016) tal qual um paradoxo entre visibilidade e transparência. Apesar de haver uma percepção comum quase instintiva de que visibilidade e transparência são atributos diretamente proporcionais, há, a partir do argumento da ofuscação ou até mesmo de uma opacidade não planejada, uma potencial relação não inversamente proporcional, mas diferente da percepção mais comum em relação aos dois atributos.

Figura 13 – Teorizando a relação entre visibilidade e transparência.



Fonte: Adaptado de Stohl et al., 2016, p. 132.

A proposta observável na Figura 13 apresenta uma possibilidade de declínio no nível de transparência a partir de um determinado nível de visibilidade. É o excesso de disponibilidade de conteúdo – muitas vezes chamado de informação – mencionado por Pasquale (2015) ao ponto de ofuscar e passar a ser não um aliado, mas um antagonista da transparência. Stohl et al. (2016) afirmam que tal opacidade a partir de um excesso de visibilidade nem sempre é programado ou estratégico. A complexidade que reside no

<sup>50</sup> Tradução do autor para “Actors who wish to keep certain information hidden from view but who are bound by transparency regulations or norms can produce opacity by strategically increasing the availability, approval, and accessibility of information. In these cases, so much information is visible that unimportant pieces of information will take so much time and effort to sift through that receivers will be distracted from the central information the actor wishes to conceal. By strategically producing opacity, an actor can hide information in plain sight such that they are still appearing to comply with expectations for transparency.”

processo de explicar processos matemático-tecnológicos pode ser realmente elevada, e nem sempre há investimento nesse processo de tornar o que é visível em algo explicável, como será discutido no tópico seguinte.

Quando trata-se de algoritmos, esse efeito de ofuscação pode acontecer em um nível muito mais instrínscico à nossa própria humanidade e nossa relação com a fé. O empoderamento algorítmico embasado no quando seres humanos são capazes de confiar e ceder parte do controle a tais modelos matemático-computacionais pode ser capaz, independentemente de qualquer outros evento paralelo, de ofuscar a percepção da sociedade em relação a seu funcionamento. Retornando à analogia da “Catedral da Computação” de Bogost (2015), Ed Finn se apropria de forma inversa da oposição entre Catedral e Bazar proposta por Eric Raymond em 1999 e conjectura:

Assim como os operários mal pagos que produzem nossos aparelhos de alta tecnologia estão obscurecidos por trás do design elegante e do marketing de objetos de metal escovado que parecem se manifestar diretamente de algum tipo de utopia maquínica, intocada por mãos humanas, também nós, o ansioso público dessa utopia, aceita os resultados de algoritmos de software inquestionavelmente como produtos mágicos da computação. A comoditização do Iluminismo tem um preço. Transforma o progresso e a eficiência computacional em uma performance, um espetáculo que oculta as decisões reais e as trocas por trás do mito do código onisciente.<sup>51</sup> (FINN, 2017, p. 8)

Esse tipo de relação humano-algoritmo, bem como seus potenciais desdobramentos, serão abordados nos capítulos 4 e 5.

### 3.2. Explicabilidade algorítmica

Além da transparência como elemento fundamental na batalha por um real entendimento sobre algoritmos, é preciso abordar uma segunda característica essencial: a explicabilidade algorítmica. É possível entender a explicabilidade como uma extensão da transparência quando o objetivo é o real entendimento sobre algoritmos.

---

<sup>51</sup> Tradução do autor para “Just as the poorly paid factory workers who produce our high-tech gadgets are obscured behind the sleek design and marketing of brushed-metal objects that seem to manifest directly from some kind of machine utopia, untouched by human hands, so do we, the eager audience of that utopia, accept the results of software algorithms unquestioningly as the magical products of computation. The commodityfication of the Enlightenment comes at a price. It turns progress and computational efficiency into a performance, a spectacle that occludes the real decisions and trade-offs behind the mythos of omniscient code.”

Trata-se aqui da capacidade algorítmica de ser explicável aos indivíduos de algum modo impactados pelas decisões tomadas a partir desses modelos. Em uma sociedade cada vez mais algorítmica, onde tais decisões afetam boa parte da população, há de se empenhar muito para atingir um nível satisfatório de explicabilidade. A relevância e a direta relação entre transparência e explicabilidade estão sintetizadas em um dos trechos da obra “Algoritmos de destruição em massa”, de Cathy O’Neil:

Modelos opacos e invisíveis são a regra, e os transparentes a exceção. Somos modelados enquanto compradores e preguiçosos de sofá, enquanto pacientes médicos e requerentes de empréstimo, e disso vemos muito pouco – mesmo em aplicativos em que alegremente nos cadastramos. Mesmo quando tais modelos se comportam bem, a opacidade pode dar uma sensação de injustiça. Se ao entrar num espetáculo a céu aberto o funcionário lhe dissesse que não é permitido sentar-se nas dez primeiras fileiras, você acharia descabido. Mas se lhe fosse explicado que as dez primeiras fileiras são reservadas para pessoas com cadeiras de rodas, pode fazer uma boa diferença. (O’NEIL, 2020, p. 46)

De acordo com Diakopoulos e Friedler (2016), a explicabilidade é uma das características fundamentais para que os algoritmos sejam passíveis de *accountability*<sup>52</sup>, e ainda segundo os mesmos:

Quaisquer decisões produzidas por um sistema algorítmico devem ser explicáveis para as pessoas afetadas por essas decisões. Essas explicações devem ser acessíveis e compreensíveis para o público-alvo; descrições puramente técnicas não são apropriadas para o público em geral. Explicar as pontuações da avaliação de risco aos réus e seus advogados promoveria maior compreensão e os ajudaria a contestar erros aparentes ou dados incorretos. Alguns modelos de aprendizado de máquina são mais explicáveis do que outros, mas só porque há uma rede neural sofisticada envolvida não significa que uma explicação significativa não possa ser produzida. (DIAKAPoulos; FRIEDLER, 2016, s.p.)<sup>53</sup>

A explicabilidade é, sem dúvidas, um obstáculo bastante desafiador, especialmente porque envolve um processo de tornar explicável a um humano um processo que não foi feito por outro humano, conforme explica Burrel:

(...) a opacidade dos algoritmos de aprendizagem de máquina é um desafio em um nível mais fundamental. Quando um computador aprende e, conseqüentemente, constrói sua própria representação de uma decisão de classificação, ele o faz sem

---

<sup>52</sup> O termo, de difícil tradução, faz referência a uma possibilidade de prestação de contas. Em uma tradução literal, poderia significar responsabilidade ou auditabilidade, mas tais traduções poderiam gerar ambigüação já que, nesse contexto, *responsibility*, *auditability* e *accountability* têm significados diferentes no âmbito do debate algorítmico.

<sup>53</sup> Tradução do autor para “Any decisions produced by an algorithmic system should be explainable to the people affected by those decisions. These explanations must be accessible and understandable to the target audience; purely technical descriptions are not appropriate for the general public. Explaining risk assessment scores to defendants and their legal counsel would promote greater understanding and help them challenge apparent mistakes or faulty data. Some machine-learning models are more explainable than others, but just because there’s a fancy neural net involved doesn’t mean that a meaningful explanation can’t be produced.”

levar em conta a compreensão humana. Otimizações de máquina baseadas em dados de treinamento não concordam naturalmente com as explicações semânticas humanas.<sup>54</sup> (BURREL, 2016, p. 10)

Também chamada de interpretabilidade, em alguns casos, a explicabilidade ganhou relevância nas discussões a respeito do desenvolvimento das – comumente assim chamadas – inteligências artificiais. Especialmente, no processo de aprendizagem de máquinas (*machine learning*) que envolvem técnicas chamadas aprendizagem profunda (*deep learning*), que se vale de redes neurais em multi camadas para transformar os *inputs* em resultados cada vez mais próximos aos de especialistas humanos<sup>55</sup>, por exemplo.

Um bom exemplo de como a explicabilidade é uma característica que precisa ser exigida cada vez mais, na mesma medida em que cada vez mais algoritmos são utilizados em tomadas de decisões em diferentes esferas da sociedade, é o abordado por Kathryn Hume, ao descrever um sistema de solicitação de crédito online.

Um tipo de explicação é esclarecer os resultados para os quais um sistema foi projetado para otimizar. No exemplo de um sistema de solicitação de crédito online, responsabilizar um sistema significaria monitorar para garantir que as negações não fossem correlacionadas a atributos protegidos, como origem étnica. As limitações dessa abordagem focada em resultados é que há menos percepção sobre o que um indivíduo precisaria fazer para intervir para mudar uma decisão no futuro. Uma abordagem focada na intervenção requer insights sobre o funcionamento interno de um modelo. Por exemplo: ‘Você não se qualificou porque não pagou seus três últimos cheques de aluguel. Se você pagar os próximos quatro consecutivos, sua pontuação será alta o suficiente para ultrapassar nossa pontuação limite de 75%.’<sup>56</sup> (HUME, 2018)

Na busca por um crescente grau de explicabilidade presente nos algoritmos, uma empresa denominada *Integrate AI* compilou um material com diversas diretrizes e boas práticas para desenvolvimento de inteligências artificiais, englobando aspectos éticos como privacidade, transparência e explicabilidade. Na Figura 14, estão sintetizadas em três tópicos as diretrizes definidas para o desenvolvimento de uma inteligência artificial explicável.

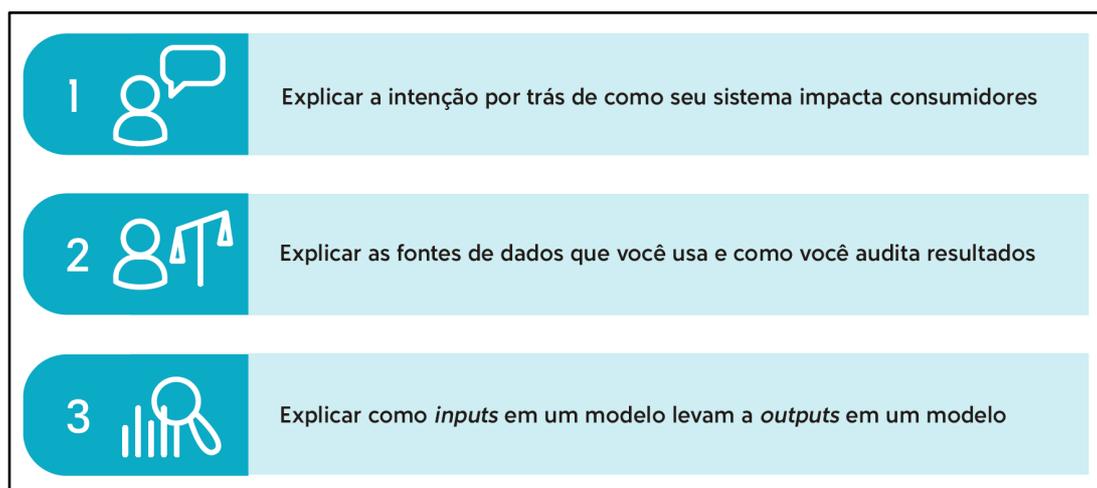
---

<sup>54</sup> Tradução do autor para “(...) the opacity of machine learning algorithms is challenging at a more fundamental level. When a computer learns and consequently builds its own representation of a classification decision, it does so without regard for human comprehension. Machine optimizations based on training data do not naturally accord with human semantic explanations.”

<sup>55</sup> Disponível em: <https://c3.ai/glossary/data-science/deep-learning/>. Acesso em: fev. 2022.

<sup>56</sup> Tradução do autor para “One kind of explanation is to clarify the outcomes a system is designed to optimize for. In the example of an online credit application system, holding a system accountable would mean monitoring to ensure that denials were not correlated to protected attributes like ethnic background. The limitations of this outcomes-focused approach is that there is less insight into what an individual would need to do to intervene to change a decision in the future. An intervention-focused approach requires insight into the inner workings of a model. For example: ‘You didn’t qualify because you did not pay your last three rent checks. If you pay the next four in a row, your score will be high enough to pass our threshold score of 75%.’

Figura 14 – Três níveis de avaliação da explicabilidade



Fonte: Adaptado de: [https://integrate.ai/wp-content/uploads/2020/10/Responsible-AI-in-consumer-enterprise\\_IntegrateAI.pdf](https://integrate.ai/wp-content/uploads/2020/10/Responsible-AI-in-consumer-enterprise_IntegrateAI.pdf) (p. 17).

### 3.3. Algoritmos invisíveis e a hipótese da caixa espelhada

O paradoxo da transparência (STOHL et al., 2016) não é o único indício de relação complexa entre atributos potencialmente algorítmicos. Entre transparência, visibilidade, ofuscação e explicabilidade, emerge a hipótese da invisibilidade algorítmica, muito pouco explorada em obras científicas até os dias de hoje.

Para a discussão de tal formulação hipotética, toma-se dois pontos-chave como partida. Primeiramente, “O Filtro Invisível” (PARISER, 2012) – originalmente “The Filter Bubble”, que posiciona os algoritmos como invisíveis aos olhos dos usuários que alimentam tais sistemas com seus *inputs*. Em segundo lugar, quando especialistas, cientistas e acadêmicos abordam a tão falada *accountability* para algoritmos, é perceptível uma presunção de que estes já são visíveis ou nem mesmo há menção à visibilidade destes.

Ao falar de invisibilidade algorítmica, este trabalho não se propõe a falar neste ponto da invisibilidade produzida, em determinados contextos, para certas populações, como no citado caso do COMPAS ou outros casos classificados como racismo algorítmico (NOBLE, 2018; SILVA, 2019; TRINDADE, 2018), por exemplo. Ao tratar de invisibilidade algorítmica, faz-se alusão à dificuldade ou ausência total de percepção dos algoritmos pela sociedade de potenciais usuários.

Ao elencar responsabilidade, explicabilidade, acurácia, auditabilidade e justiça (DIAKAPOULOS; FRIEDLER, 2016) como fundamentos para a possibilidade de uma prestação de contas algorítmica, os autores não mencionam a visibilidade como um dos elementos fundamentais, por exemplo.

A invisibilidade algorítmica, ainda que como hipótese, emerge como uma das motivações para a formulação de tal pressuposto e, junto a outros elementos relacionais aos algoritmos e sua difusão, podem ser explicadas em uma nova alegoria conceitual, forjada em meio à paradoxal transparência de algo potencialmente invisível.

Pensando em termos físicos, para que uma caixa preta (PASQUALE, 2015) seja invisível, seria necessário algum tipo de camuflagem. Caso contrário, a própria ideia de opacidade subentende uma característica de visibilidade. Logicamente, se um objeto é opaco, reflete luz e, portanto, é visível, seria, então, logicamente possível falar de uma transparência do invisível neste contexto algorítmico?

Parece haver uma única representação possível para a pretendida analogia. Um único objeto capaz de ser opaco e permitir, de alguma forma, uma invisibilidade: um espelho. Uma superfície opaca que reflete não só a luz, mas também imagens que podem ser distorcidas de algum modo ou não (ECO, 1989, p. 14)

Em um trecho de sua já referida obra, Frank Pasquale faz uma analogia do que poderia ser essa representação a partir da ideia de um espelho:

Não vivemos num reino pacífico de jardins privados murados; o mundo contemporâneo se assemelha mais a um espelho unidirecional. Atores corporativos importantes têm um conhecimento sem precedentes das minúcias de nossas vidas diárias, enquanto sabemos pouco ou nada sobre como eles usam esse conhecimento para influenciar as decisões importantes que nós — e eles — tomamos.<sup>57</sup> (PASQUALE, 2015, p. 9)

Um espelho unidirecional, também conhecido como espelho falso é comumente utilizado em pesquisas mercadológicas, para observar a reação dos participantes, sem que eles percebam, assim como também é facilmente visto em filmes e séries que exibem uma sala de interrogatório. Trata-se de uma superfície opaca em um de seus lados e translúcida de outro. A analogia feita por Pasquale (2015) para explicar o poder potencial conferido pela obtenção de dados como *inputs* (a visão do lado onde o espelho é uma janela) e o

---

<sup>57</sup> Tradução do autor para “We do not live in a peaceable kingdom of private walled gardens; the contemporary world more closely resembles a one- way mirror. Important corporate actors have unprecedented knowledge of the minutiae of our daily lives, while we know little to nothing about how they use this knowledge to influence the important decisions that we— and they— make.”

retorno dos mesmos como *outputs* do lado onde os produzem os recebem como se fossem simplesmente espelhados. Visibilidade e invisibilidade se juntam e disjuntam, sempre pelo avesso: o lado opaco permite aos investigadores uma visibilidade total e escondida ao passo que na sua imagem reflexa o suspeito interrogado tem uma visão imediata de sua falta de visão.

A junção das características de opacidade perfeitamente retratadas nas obras já citadas aqui, sintetizadas na alegoria conceitual da caixa preta, e das características de invisibilidade que pretende-se agregar poderiam resultar em duas alegorias distintas. Um deles é o nome de uma série bastante conhecida mundialmente: Espelho Preto<sup>58</sup>. O termo, além de dar nome à famosa série, comumente faz alusão às telas de celulares, tablets, computadores e TVs que permeiam cada vez mais nossas vidas. O outro resultado desta união representativa seria uma caixa espelhada.

Uma das pretensões de buscar um conceito diferente que reproduza os efeitos desejados nesta analogia é remover qualquer potencial racista. O uso do espelho será explicado por diferentes motivos, ainda neste tópico, e essa relação catóptrica é o motivo para que a caixa mencionada por Pasquale não seja opaca, de qualquer outra cor. Mas é importante pensar como uma referência pejorativa a partir da utilização de “caixa-preta” pode reforçar um imaginário racista, ainda que o termo se origine do dispositivo (normalmente produzido em cor laranja) para registro em aviões ou da ideia de mistério. A caixa utilizada no contexto da aviação tem uma conotação muito positiva, se comparada a essa apropriação que expressa falta de transparência e inacessibilidade.

A utilização da – aqui chamada – caixa espelhada pretende resguardar a ideia, relevante demais para ser descartada na conjuntura fundamentadora desta tese, de que tal alegoria conceitual precisaria manter a ideia de esconder ou, ao menos, não revelar tão inicialmente o que há por trás ou dentro deste objeto conceito.

O algoritmo como uma caixa espelhada pode ser opaco e invisível. Essa caixa não possui suas faces com potencial de reflexão voltadas para dentro de si, mas para fora. Quem está do lado de fora da caixa, nada mais vê do que o reflexo de tudo aquilo que não está dentro da caixa. Há contudo nos espelhos, apesar da produção de imagens

---

<sup>58</sup> “Black Mirror” é uma série antológica de televisão, criada por Charlie Brooker, na Inglaterra. A série de ficção explora distopias que chamaram muita atenção por suas potencialidades de se tornarem reais. O termo “black mirror” nesse contexto, assim como em outros usos, faz alusão às telas que nos cercam em nossos cotidianos.

especulares, uma verdade (ECO, 1989, p. 17), que pode ser suficiente para que jamais se preocupem em saber o que há por trás dele. Nesse caso, habita a mesma lógica dos espelhos falsos. Porém, a vigilância é uma dúvida perene. Não há como saber se há vigilância ou não; há no fundo uma fé, semelhante a descrita na “Catedral da Computação” de Bogost (2015) e reafirmada por Finn (2017); é uma esperança, um acreditar constante na tecnologia, de modo geral, ou naquele objeto específico como portador de capacidade para nos atender e auxiliar. “Confiamos nos espelhos como confiamos nos óculos e nos binóculos, porque, assim como os óculos e os binóculos, os espelhos são próteses” (ECO, 1989, p. 17).

Uma prótese pode ser utilizada para substituir algum órgão, mas também pode ser um artefato que melhora ou aumenta a ação de um órgão (ECO, 1989, p. 17).

Uma prótese estende a ação do próprio órgão, mas pode ter funções tanto de *aumento* (como a lente), como de *diminuição* (como as pinças, que permitem estender o raio de preensão dos dedos, mas eliminam sensações térmicas e táteis). O espelho, nesse sentido, é uma prótese absolutamente neutra, e permite que se obtenha o estímulo visual onde o olho não poderia alcançar(...) (ECO, 1989, p. 17-18)

Em um sentido físico, o espelho também é um canal. “Um canal é cada *medium* material que permite a passagem da informação” (ECO, 1989, p. 18). Podemos pensar nos algoritmos como próteses e canais, como meios onde transitam dados que ainda serão ou já foram processados (*inputs* e *outputs*) e como prótese, sobretudo cognitiva, na qual terceirizamos ou expandimos nossas capacidades de processamento, memorização, entre outras.

Esta opacidade reflexiva é, nessa ocasião, uma espécie de portal para a invisibilidade. Ao olhar um espelho, não há comum foco no canal, assim como quando estamos diante de um celular ou de outros tipos de tela. Buscamos sempre a imagem espelhada. E tal qual os espelhos pretos citados, funcionam como uma espécie de entretenimento que, de algum modo, invisibiliza ou camufla o meio em si.

Trata-se aqui da imagem virtual que, no caso dos espelhos são normalmente compreendidas como representações fidedignas do real – com exceção dos espelhos côncavos, convexos, parabolóides, elipsóides, esféricos ou cilíndricos (ECO, 1989, p. 14) –, diferentemente das telas mencionadas cuja virtualidade é mais facilmente perceptível, dada a característica de interface.

Contudo, há no espelho um potencial latente de profusão de “diferentes realidades”, já que reflete imagens a partir de quem o visualiza. Duas pessoas que olham diretamente para o mesmo espelho, de ângulos diferentes podem ver imagens completamente diferentes (ECO, 1989, p. 21). Tais quais os filtros invisíveis, descritos por Pariser (2012), permitem recortes distintos de uma mesma realidade e, potencialmente, o que aqui chamou-se propositalmente de “diferentes realidades”. Nada mais são do que um recorte ou vislumbre de uma bolha. Algoritmos e espelhos permitem enxergar o mundo ao seu modo e, ainda assim, manterem o mesmo tipo de “lastro” de realidade.

Espelhos e algoritmos mantêm uma atualização constante. Mudam seus “*outputs*” de acordo com seus “*inputs*” e partilham diferentes características comuns. A analogia da caixa espelhada pode ser entendida como uma atualização da caixa preta, mantendo muitas de suas características, mas adicionando uma espécie de invisibilidade capaz de entreter. Não uma invisibilidade física, mas relativa.

A referida atualização constante não se aplicaria às representações semiósicas do espelho como objeto conceito aqui abordado. De acordo com Eco (1989), o espelho, ainda que tenha características estéticas, não conserva sua principal característica de produção de imagens especulares, enquanto o mesmo é, por exemplo, uma imagem impressa. Tal impossibilidade fica demonstrada no *experimentum crucis* descrito detalhadamente por Umberto Eco:

(...) reproduza-se um espelho numa fotografia, num enquadramento cinematográfico ou televisivo, num quadro. Essas imagens de imagens especulares não funcionam como imagens especulares. Do espelho não surge registro ou ícone que não seja outro espelho. O espelho, no mundo dos signos, transforma-se no fantasma de si mesmo, caricatura, escárnio, lembrança. Pode-se fazer um retrato, fotográfico ou pictórico, e convencer que é ‘realístico’, mais verdadeiro que o original. Dos espelhos não nasce imagem mais verdadeira do que os originais. O catóptrico, capaz de refletir (sem modificá-lo) o semiósico que existe fora dele, não pode ser ‘refletido’ pelo semiósico. (ECO, 1989, p. 37)

O debate sobre a efetividade do “espelho conceito” enquanto alguns dos tipos de representação aqui citados reforçam uma noção importante para o entendimento do debate sobre algoritmo como agente de modulação e construção de realidades. A analogia da caixa espelhada retornará no capítulo 4, após a discussão de caráter mais metafísico e mais auxiliar à tecnologia do que diretamente conectado às noções matemáticas, físicas

e computacionais. E, se ainda assim, “não reconhecemos mais a magia explicitamente, é porque tecnologia e magia, para nós, são a mesma coisa.”<sup>59</sup> (GELL, 1988, p. 9)

---

<sup>59</sup> Tradução do autor para “(if we) no longer recognize magic explicitly, it is because technology and magic, for us, are one and the same.”

#### 4. ESPELHOS MÁGICOS: INCERTEZA, FÉ E ENCANTAMENTO ALGORÍTMICO

Organismo e organologia, desenvolvidos a partir do conceito de orgânico, são constantemente desafiados pelo desenvolvimento tecnológico. O que estamos testemunhando hoje é uma mudança do inorgânico organizado para o inorgânico organizador, o que significa que as máquinas não são mais simplesmente ferramentas ou instrumentos, mas organismos gigantes nos quais vivemos.<sup>60</sup> (HUI, 2019, p. 203)

Pela primeira vez na história, o ser humano construiu algo para o qual delega decisões que não consegue compreender completamente. Uma relação de fé em que, diferentemente das religiões mais populares do planeta, não tem foco em nossas origens ou na ancestralidade, mas no futuro.

Não se trata de uma crença no poder capaz de originar a vida, mas sim na entrega desse poder de decisão, independentemente de sua origem: seres humanos compartilham ou abrem mão desse tipo de capacidade decisória a todo momento (FRY, 2018). Compreender as decisões que nos guiam em meio às – cada vez mais presentes de nosso cotidiano – ramificações da nossa existência, escolhas, das mais corriqueiras às mais complexas, é uma questão de acessibilidade, transparência, visibilidade e tudo o que já foi abordado até aqui, mas também envolve, potencialmente, uma relação com um sistema de crenças. Entre o que comer, assistir e vestir; onde ir, investir e residir; com quem ou o quê encontrar, dialogar e se relacionar, cedemos uma parcela de poder sobre nosso futuro.

Também diferentemente das crenças que confortam seus adeptos a partir de previsibilidade e segurança no futuro, incluindo o pós-morte em alguns casos, o algoritmo se baseia na incerteza. É, justamente, a enorme quantidade de escolhas e possibilidades que nos leva a um reflexo de racionalidade, que preze pela estatística e análises probabilísticas que nosso mero cérebro não seria capaz de executar.

Compreender esses processos se torna cada vez menos necessário, cada vez que confiamos um pouco mais. Cada vez que nos valem mais desses mecanismos, mais complexos eles se tornam, e cada vez mais difícil se torna a compreensão.

O paradoxo do invisível transparente é, também, o paradoxo da fé no que sabidamente e comprovadamente existe, representa a mágica e o animismo como partes

---

<sup>60</sup> Tradução do autor para “organism and organology, developed from the concept of organic, are constantly challenged by technological development. What we are witnessing today is a shift from the organized inorganic to the organizing inorganic, which means that machines are no longer simply tools or instruments, but giant organisms in which we live.”

de um processo cujos elementos são totalmente potencialmente perceptíveis e comprováveis.

Na busca pelo entendimento, transparência, explicabilidade e visibilidade, a Ciência deve ter o papel de compreender esses processos e interações algorítmicas, de expor injustiças, ofuscações, opacidades e espelhamentos. E não simplesmente constatar que estes agentes são algo para além de nossa compreensão.

#### 4.1. Entre Animismo, Fetichismo e Tecnologia

Em 1871, Edward B. Tylor publicava “*Primitive Culture*”, uma obra dividida em dois volumes, tida por muitos como o marco inaugural da Antropologia Cultural. Nela, o autor inaugura uma concepção para o termo animismo, a partir dos escritos de Georg Ernst Stahl que criou o termo, utilizando-o em uma abordagem biológica. A abordagem de Stahl descrevia uma “teoria das almas” (TYLOR, 1920) como fonte de vida e também de enfermidades.

Foi Tylor que imbuiu ao animismo os aspectos culturais e de religiosidade em uma perspectiva antropológica e etnográfica.

Eu proponho aqui, sob o nome de Animismo, investigar a doutrina profundamente enraizada dos Seres Espirituais, que incorpora a própria essência da Filosofia Espiritualista em oposição à Filosofia Materialista. Animismo não é um novo termo técnico, embora agora raramente seja usado. A partir de sua relação especial com a doutrina da alma, será visto como tendo uma adequação peculiar à visão aqui adotada do modo pelo qual as ideias teológicas foram desenvolvidas em meio à humanidade(...) O sentido do Espiritualismo em sua aceitação mais ampla, a crença geral em seres espirituais, é aqui atribuída ao Animismo.<sup>61</sup> (TYLOR, 1920, p. 425-426)

Em sua abordagem, Tylor enxergava o animismo como um grupo de crenças que inicialmente somente seriam praticadas por povos “primitivos”. O autor chega a se referir às tribos, objetos de suas pesquisas, em alguns casos como de “raças inferiores”<sup>62</sup>

---

<sup>61</sup> Tradução do autor para “I propose here, under the name of Animism, to investigate the deep-lying doctrine of Spiritual Beings, which embodies the very essence of Spiritualistic as opposed to Materialistic philosophy. Animism is not a new technical term, though now seldom used. From its special relation to the doctrine of the soul, it will be seen to have a peculiar appropriateness to the view here taken of the mode in which theological ideas have been developed among mankind(...) The sense of Spiritualism in its wider acceptance, the general belief in spiritual beings, is here given to Animism.”

<sup>62</sup> Tradução do autor para “low races”.

(TYLOR, 1920, p. 424). Na caracterização de tais tribos, o autor utiliza este tipo de descrição totalmente abominável atualmente, mas nada surpreendente para o século XIX.

O animismo caracteriza tribos muito baixas na escala da humanidade, e por consequência ascende, profundamente modificado em sua transmissão, mas do começo ao fim preservando uma continuidade ininterrupta, em meio à alta cultura moderna. Doutrinas adversas a ela, tão largamente sustentadas por indivíduos ou escolas, são geralmente devidas não à inferioridade inicial da civilização, mas a mudanças posteriores no curso intelectual, à divergência ou rejeição de fé ancestrais; e tais desenvolvimentos mais recentes não afetam a presente investigação quanto à condição religiosa fundamental da humanidade. O animismo é, de fato, a base da Filosofia da Religião, desde a dos selvagens até a do homem civilizado.<sup>63</sup> (TYLOR, 1920, p. 426)

Para Tylor (1920, p. 426), o Animismo se dividiria em dois grandes dogmas para formas uma doutrina consistente: uma ligada às almas das criaturas individuais, capazes de prosseguir com sua existência após a morte; e uma segunda ligada a outros espíritos – considerados – superiores, elevados ao grau de divindades. Resumidamente, “em seu total desenvolvimento, (o Animismo) inclui a crença nas almas e em um estado futuro (...)”<sup>64</sup> (TYLOR, 1920, p. 427).

Enquanto Tylor (1920; 1903) enxergava o Animismo como um tipo de confluência de todo o Espiritualismo, Phillipe Descola (2006) abordava um recorte mais preciso do alcance animístico.

O escopo das identificações baseadas na interação entre interioridade e fisicalidade é então bastante limitado: quando confrontado com uma alteridade até então desconhecida, humana ou não-humana, nosso sujeito hipotético pode concluir ou que este objeto possui elementos de fisicalidade e interioridade análogos aos seus, e isso eu chamo de totemismo; ou que a interioridade e fisicalidade deste objeto são inteiramente distintas da sua, e isso eu chamo de analogismo; ou que este objeto possui uma interioridade similar e uma fisicalidade diferente, e isso eu chamo de animismo; ou que este objeto é desprovido de interioridade, mas possui um tipo similar de fisicalidade, e isso eu chamo de naturalismo. Estas fórmulas definem quatro tipos de ontologias, isto é, sistemas de distribuição de propriedades entre objetos existentes no mundo, que em retorno fornecem pontos chave para formas sociocósmicas de associação e concepção de pessoas e não-pessoas.<sup>65</sup> (DESCOLA, 2006, p. 12)

---

<sup>63</sup> Tradução do autor para “Animism characterizes tribes very low in the scale of humanity, and thence ascends, deeply modified in its transmission, but from first to last preserving an unbroken continuity, into the midst of high modern culture. Doctrines adverse to it, so largely held by individuals or schools, are usually due not to early lowness of civilization, but to later changes in the intellectual course, to divergence from, or rejection of, ancestral faiths; and such newer developments do not affect the present enquiry as to the fundamental religious condition of mankind. Animism is, in fact, the groundwork of the Philosophy of Religion, from that savages up to that of civilized man.”

<sup>64</sup> Tradução do autor para “in its full development, includes the belief in souls and in a future state (...)”

<sup>65</sup> Tradução do autor para “The scope of identifications based on the interaction between interiority and physicality is therefore quite limited: when confronted with hitherto unknown alterity, human or non-human, our hypothetical subject can either conclude that this object has elements of physicality and interiority analogous to its own, and this I call totemism; or that this object's interiority and physicality are entirely different from yours, and this I call analogy; or that this object has a similar interiority and a different physicality, and this I

Para Tylor (1920, p. 426), o Animismo abarcaria tanto do Espiritualismo que, mesmo ao bifurcar as naturezas de crenças no “estado futuro” ou “vida futura”, o autor assume que muito do que se encontra no coração de boa parte das religiões modernas está abarcado em uma ou mais doutrinas originalmente animistas.

A crença em uma Vida Futura separa-se em duas divisões principais. Intimamente conectadas e até sobrepostas uma à outra, ambas em todo o mundo em sua distribuição, ambas remontando a períodos de antiguidade desconhecida, ambas profundamente enraizadas nos estratos mais baixos da vida humana que estão abertos à nossa observação, essas duas doutrinas têm passado condições maravilhosamente diferentes no mundo moderno. A primeira é a teoria da Transmigração de Almas, que de fato se elevou de seus estágios mais baixos para se estabelecer entre as enormes comunidades religiosas da Ásia, grandes na história, enormes mesmo na massa atual, mas paralisadas e, doravante, parecem não progredir em desenvolvimento(...) Muito diferente tem sido a história da outra doutrina, a da existência independente da alma pessoal após a morte do corpo, em uma Vida Futura. Passando por mudança após mudança na condição da raça humana, modificada e renovada em seu longo curso étnico, essa grande crença pode ser rastreada desde suas manifestações cruas e primitivas entre as raças selvagens até seu estabelecimento no coração da religião moderna, onde a fé numa existência futura forma ao mesmo tempo e indução ao bem, uma esperança sustentada através do sofrimento e através do medo da morte(...) <sup>66</sup> (TYLOR, 1903, p. 2)

O conceito de animismo é interessante à discussão proposta na presente tese pela simples relação entre humano e não-humano. O horizonte religioso dos sistemas de crença originados a partir de um tipo de animismo, segundo Tylor (1920; 1903), também é profícuo no sentido em que estabelece uma relação clara com o futuro. Porém, para o escopo desta discussão, não interessa o “pós-morte” por si, mas a ideia de uma atribuição de crença no não-humano, relacionada ao poder que este pode exercer no futuro de um então humano.

---

call animism; or that this object is devoid of interiority but has a similar kind of physicality, and this I call naturalism. These formulas define four types of ontologies, that is, systems of distributing properties among existing objects in the world, which in turn provide key points for sociocosmic forms of association and conception of people and non-people.”

<sup>66</sup> Tradução do autor para “The belief in a Future Life falls into two main divisions. Closely connected and even largely overlapping one another, both world-wide in their distribution, both ranging back in time to periods of unknown antiquity, both deeply rooted in the lowest strata of human life which lie open to our observation, these two doctrines have in the modern world passed into wonderfully different conditions. The one is the theory of Transmigration of Souls, which has indeed risen from its lower stages to establish itself among the huge religious communities of Asia, great in history, enormous even in present mass, yet arrested and as it seem henceforth unprogressive in development(...) Far different has been the story of the other doctrine, that of the independent existence of the personal soul after the death of the body, in a Future Life. Passing onward through change after change in the condition of the human race, modified and renewed in its long ethnic course, this great belief may be traced from its crude and primitive manifestations among savage races to its establishment in the heart of modern religion, where the faith in a future existence forms at once and inducement to goodness, a sustain hope through suffering and across the fear of death(...)”

A partir do estudo das relações de atribuição de poder a objetos ou elementos inanimados, emerge no debate o Fetichismo<sup>67</sup>.

O fetichismo (...) envolve a construção de conceitos e relações enquanto coisas, portanto (com o antropomorfismo) atribui-se qualidades humanas a elas, assim se envolve com elas como se pessoas fossem. O animismo (como eu o conceito) envolve a interação responsiva com seres/coisas, e assim os percebendo como pessoas. (BIRD-DAVID, 2019, p. 159)

Além da diferenciação de Bird-David (2019), Tylor (1903) também facilita as relações entre os dois termos, e aponta algumas noções originais do Fetichismo.

Séculos atrás, os portugueses na África Ocidental, notando a veneração prestada pelos negros a certos objetos, como árvores, peixes, plantas, ídolos, seixos, garras de animais, varas e assim por diante, muito justamente compararam esses objetos aos amuletos ou talismãs com os quais eles próprios estavam familiarizados, e os chamavam de feitiço ou "encanto", palavra derivada do latim *factitious*, no sentido de "magicamente astuto".<sup>68</sup> (TYLOR, 1903, p. 143)

Tendo o Animismo como um tipo de sistema basal para o desenvolvimento de outros tipos de crença, como o Fetichismo, com base em seus muitos dos registrados estudos etnográficos, Tylor defendia que qualquer objeto poderia se tornar um fetiche. A noção de objeto apresentada como capaz de reunir alguns valores dignos de crença ou de direcionar o Espiritualismo para algo mais palpável e – relativamente – mais facilmente concebível pode ser um ponto interessante para problematizar a relação do humano com os aparatos tecnológicos da atualidade.

O termo *factitious*, como mencionado por Tylor, evoca não somente a possibilidade de um feitiço ou “encanto”, mas como tradução possível um artefato, artifício ou algo fictício. Independentemente dos usos mais comuns de todos os termos supracitados, é necessário entender que na aproximação com a qual desejo prosseguir a partir daqui, estes “objetos” podem ser tangíveis e/ou intangíveis; assim como palavras podem ser conjuradas com objetos, códigos podem compor o funcionamento de uma máquina.

De todo modo, entendendo o Fetichismo como um sistema contido no Animismo, doravante será dada preferência ao Animismo como termo capaz de melhor abarcar esse

---

<sup>67</sup> A abordagem pretendida para o termo não tem relações com o fetichismo psicológico e/ou sexual, abordado por Sigmund Freud como uma substituição imprópria do objeto sexual/de desejo; e apesar de permitir relações, ainda que não diretas, também não busca expressar o fetichismo da mercadoria, de Karl Marx, que trata da “feitiçaria” ou do “mistério” que permitem a ocultação das relações sociais de exploração do trabalho para o trabalhador, gerando alienação.

<sup>68</sup> Tradução do autor para “Centuries ago, the Portuguese in West Africa, noticing the veneration paid by the negroes to certain objects, such as trees, fish, plants, idols, pebbles, claws of beasts, sticks and so forth, very fairly compared these objects to the amulets or talismans with which they were themselves familiar, and called them *feitiço* or ‘charm’, a word derived from Latin *factitious*, in the sense of ‘magically artful’.

tipo de crença, na busca de uma possível relação tecnológica. A opção tem como base algumas palavras de Tylor:

Parece-me(...) mais conveniente usar a palavra Animismo para a doutrina dos espíritos em geral, e limitar a palavra Fetichismo àquele departamento subordinado que pertence propriamente, a saber, à doutrina dos espíritos incorporados ou ligados a, ou capazes de transmitir influência através de certos objetos materiais. O Fetichismo será considerado como incluindo a adoração de “troncos e pedras”, e daí passa por uma gradação imperceptível para a idolatria.<sup>69</sup> (TYLOR, 1903, p. 144)

Um mundo que é cada vez mais artificial do que natural, de acordo com Simon (1996), permitiu a evolução do debate sobre o Animismo (STENGERS, 2012) e até de um neo-animismo (MARENKO, 2009) e um tecno-animismo (MARENKO, 2019; BOGALHEIRO, 2021).

Ainda mesmo no início da década de noventa, uma publicação intitulada “O animismo maquínico” (MELITOPOULOS; LAZZARATO, 1993) abordava, principalmente, a visão de Félix Guattari, além de outros pensadores, a respeito do animismo; permitindo um debate sobre espiritualismo e as máquinas, que pode ser considerado um vislumbre tecno-animista. Mais tarde, a “era da computadorização planetária”<sup>70</sup> (GUATTARI, 2013) permitiria outros aprofundamentos.

O conceito de era da computação ou computadorização planetária, entendido aqui como uma época em que “(...) nenhum domínio de opinião, pensamento, imagem, afeto ou narratividade pode fingir escapar das garras invasivas dos bancos de dados assistidos por computador, da telemática etc.”<sup>71</sup> (GUATTARI, 2013, p.1), serve como base contextual para as discussões propostas a partir daqui, neste capítulo 4.

O profundo debate filosófico que propiciou esse tipo de apropriação do arcabouço animista para uma aproximação tecnológica, não encontrará amplo espaço nesta tese, já que precisaria de uma tese própria. Mas cabe pontuar que a origem do pensamento a respeito da imanência, que aparentemente influenciou não somente Guattari, mas Deleuze e outros, vem da noção de Spinoza.

---

<sup>69</sup> Tradução do autor para “It seems to me(...) more convenient to use the word Animism for the doctrine of spirits in general, and to confine the word Fetishism to that subordinate department which properly belongs to, namely, the doctrine of spirits embodied in, or attached to, or conveying influence through, certain material objects. Fetishism will be taken as including the worship of ‘stocks and stones’, and thence it passes by an imperceptible gradation into Idolatry.”

<sup>70</sup> Tradução do autor para “age of planetary computerization”.

<sup>71</sup> Tradução do autor para “(...) no domain of opinion, thought, image, affect or narrativity can pretend to escape from the invasive grip of computer-assisted data banks, the telematic etc.”.

Em Spinoza, não temos mais um Deus que está deslocado do mundo, regendo-o de fora, numa verticalidade transcendental, e sim um Deus que se autoproduz, que se autodesenvolve no plano da imanência. De modo que Deus e Natureza são palavras diferentes para se referir a uma mesma coisa. Segue que Deus *sive natura*. (DOS SANTOS; RIBEIRO, 2020, p. 203)

Amplamente traduzido como “Deus, ou seja, natureza”, o trecho retomado a partir de Spinoza busca exprimir uma noção metafísica que tudo permeia, tal qual a gravidade, tão presente e constante em nossa existência e experiência no planeta Terra que a deixamos de perceber. A ideia se opõe ao conceito de transcendência, diretamente vinculada à Teologia, e pressupõe a divindade como absolutamente superior e independente do universo material.

A algoritmização de relações e processos sociais e a própria construção desta computadorização planetária permitiu a construção de narrativas tecno-animistas que buscam conjugar o contexto maquínico imanente, uma justaposição entre subjetividade e objetividade, onde a ideia de alma ou espírito não se opõe ao material e a subjetividade não é, necessariamente, ligada à noção de humanidade.

A persistência desta mistificação animista, identificável no seio da própria técnica, parece antagônica ao espírito da Modernidade tecno-científica assente nas leis formais da mecânica ou na matematicidade que governa qualquer gramática de códigos e procura dar exactidão ao mundo, aperfeiçoando-o cumulativamente na mesma medida em que o liberta do mítico, do teológico ou do metafísico. Esse espírito sustenta-se através de uma narrativa do progresso na qual, como assinala o antropólogo Alfred Gell, o “*homo technologicus* é uma criatura racional, sensível, e não mitopoética ou religiosa, à qual apenas regressa quando abandona a busca de soluções ‘técnicas’ para os seus problemas e se retira para os domínios da fantasia e da especulação vazia”<sup>72</sup>. À luz deste pressuposto, o animismo e a magia apenas persistem na forma de uma perturbação ou da ameaça de um retrocesso a um estágio primitivo. (BOGALHEIRO, 2021, p. 63)

Para Marenko (2022), a ideia do animismo pode soar como ultrapassada e desalinhada com o desenho sócio-técnico da atualidade, mas é justamente nessa nova confluência que o animismo tem “reaparecido” com mais frequência em artigos e publicações sobre tecnologia. Esse “ressurgimento”, muitas vezes em forma do que muitos autores tem chamado de tecno-animismo, é, de acordo com a autora, um indício de outro evento, ou sendo mais específico de uma ausência de acontecimento:

(...) pode-se dizer que o animismo nunca foi embora. Pelo contrário, testemunhar como os humanos continuam se relacionando (e conversando com) objetos inanimados, especialmente nossos companheiros digitais, smartphones e assistentes ativados por voz como Siri e Echo – muitas evidências indicam que uma sensibilidade animista ainda está permeando o comportamento humano. Isso é menos um legado nostálgico de atributos pré-modernos e mais uma resposta não mediada instintiva, afetiva, estética e relacional ao mundo (das coisas, do que não

---

<sup>72</sup> Bogalheiro (2021, p. 63) cita Gell (1988, p. 6).

humano, das forças invisíveis), que está produzindo modos de produção de sentidos que contornam o dualismo racional/irracional, cultura/natureza, moderno/não moderno.<sup>73</sup> (MARENKO, 2022, p. 184)

A proposta da autora, rumo ao que chamará de animismo híbrido, não é a de uma corrente ou sistema de crenças. É sim, a de uma problematização das relações entre vivos e não vivos, que apesar cada vez mais “naturalizada” e evidente em meio a tanta artificialidade, não é exclusividade do mundo artificial, como fica exposto na já referida obra de Tylor (1903; 1920), por exemplo.

Visto desta forma, o animismo tem um enorme potencial inexplorado: pode nos fazer questionar estruturas desgastadas de pensamentos, iluminar maneiras de reconsiderá-las e oferecer caminhos práticos e éticos significativos para experimentar novos modos de existência. Em suma, influenciado pelo novo materialismo, pela teoria da agência e pela antropologia radical, o animismo contemporâneo insiste em problematizar as fronteiras entre o mundo social do humano (o animado) e o mundo material do não-humano (o inanimado), levando assim a um repensar do distinção ontoepistemológica entre o vivo e o não vivo.<sup>74</sup> (MARENKO, 2022, p. 185)

A obra de Marenko sobre uma construção híbrida do animismo é uma busca por um espaço de discussão que ultrapasse as narrativas da tecnoeuforia e da tecnodistopia. A autora defende que pelo fato de convivemos com objetos técnicos digitais capazes de se apresentarem como indetectáveis e responsivos, o animismo tradicional poderia, justamente, gerar confusão e equívocos.

Essa perspectiva animista híbrida mantém uma forte ênfase nos fluxos de material dentro da computação precisamente porque deseja recalibrar o encantamento e oferecer uma mudança da tecnologia como uma caixa-preta cada vez mais misteriosa, incomensurável para a compreensão humana (que encoraja a ausência de responsabilização), para uma cosmologia quântica das relações de construção do mundo, das quais os objetos tecno-digitais são apenas um aspecto.<sup>75</sup> (MARENKO, 2022, p. 188)

---

<sup>73</sup> Tradução do autor para “(...) it can be said that animism has never really gone away. On the contrary, witnessing how humans keep on relating to (and talking with) inanimate objects especially our digital companions, smartphones and voice-activated assistants like Siri and Echo – plenty of evidence indicates that an animist sensibility is still permeating human behavior. This is less a nostalgic legacy of pre-modern attributes, and more an instinctive, affective, aesthetic, relational *un-mediated* response to the world (of things, of the other-than-human, of invisible forces), which is producing sense-making modes that bypass the dualism rational/ irrational, culture/nature, modern/nonmodern.”

<sup>74</sup> Tradução do autor para “Taken in this way animism has a huge untapped potential: it can make us question worn out structures of thoughts, illuminate ways to reconsider them and offer significant practical and ethical avenues for experimenting with new modes of existence. In short, influenced by new materialism, agency theory and radical anthropology, contemporary animism insists on problematizing the boundaries between the social world of the human (the animate) and the material world of the nonhuman (the inanimate), thus prompting a rethinking of the onto-epistemological distinction between the living and the non-living.”

<sup>75</sup> Tradução do autor para “This hybrid animist perspective maintains a strong emphasis on the material flows within computation precisely because it wants to recalibrate enchantment, and to offer a shift from technology as an increasingly mysterious black-box incommensurable to human comprehension (which encourages unaccountability), to a wider quantum cosmology of worldbuilding relations of which techno-digital objects are only one aspect.”

Que noção seria, então, a necessária para compreender um mundo cada vez mais artificial e menos natural (SIMON, 1996; MARGOLIN, 2014)? Ela existe? Seria esse “Espiritualismo” mais condizente com um mundo mais natural, somente? E quando o mundo passa a ser diretamente impactado por uma cultura potencialmente produzida não somente por humanos, mas por um tipo de *assemblage*<sup>76</sup> obtida a partir da interação entre humanos e máquinas físicas, entre máquinas físicas e algoritmos, entre algoritmos e humanos ou ainda formada pelos três citados?

Para além da emergência de uma cultura algorítmica (GALLOWAY, 2006; FINN, 2017; FRY, 2018), há nos processos algorítmicos – conforme discutido no terceiro capítulo desta tese – uma latente inescrutabilidade (PASQUALE, 2015; PARISI, 2017; 2019; O’NEIL, 2020) amplamente abordada e uma invisibilidade (PARISER, 2012), ainda pouco explorada.

Nessa confluência que produz o paradoxo de um invisível opaco, a associação que se busca problematizar não é a de o algoritmo como religião ou sistema de crenças – ainda que eventualmente seja possível discutir o tema de maneira muito especulativa e pouco emancipatória –, mas sim um debate acerca da incompreensibilidade a respeito do algorítmico.

O Animismo, o Fetichismo e as discussões sobre magia, fé e Espiritualismo, abordadas até aqui, e com pretensões de que sigam produtivas até o fim do capítulo, servem como um aparato que permita relações análogas. Na busca pela compreensão das novas dinâmicas potenciais ao redor dos algoritmos, é possível recuperar a afirmação de Parisi (2017) sobre o referido contexto desse novo imaginário algorítmico e de uma cognição inconsciente, a partir de Hayles (2014):

(...) a cognição inconsciente de máquinas inteligentes expõe lapsos temporais que não são imediatamente acessíveis à cognição humana consciente. Esta é uma visão emergentista da cognição inconsciente que desafia a centralidade da sapiência humana em favor de uma infraestrutura cognitiva coevolutiva, onde os algoritmos não se adaptam passivamente aos dados recuperados, mas

---

<sup>76</sup> Aqui utilizada a partir da utilização de Deleuze e Guattari, a melhor tentativa de tradução de *assemblage* seria “montagem”, já que outras tentativas como “conjunto”, “reunião”, “coleção”, “arranjo” ou mesmo “assembléia” permitem um entendimento do fenômeno como algo estático, e não em continuidade ou como um processo. Para aprofundamento da visão específica do termo, para além da leitura dos próprios autores já citados, recomenda-se a leitura do capítulo “*Assemblage*”, de J. McGregor Wise, no livro “Gilles Deleuze Key Concepts” (2011), de Charles J. Stivale.

estabelecem novos padrões de significado agregando, combinando e selecionando dados. <sup>77</sup> (PARISI, 2017, p. 7)

A perspectiva animista carrega consigo um importante potencial, que também se entrelaça – em partes – com um dos objetivos desse capítulo: observar as relações humanas, tecnológicas e humano-tecnológicas sob uma perspectiva menos exclusivamente humana. A capacidade de enxergar além do orgânico, ainda que soe, no mínimo, como um flerte com uma visão pós-humanista, pode ser menos um portal para céus e infernos e mais um espelho que, mesmo cravejado de deformidades especulativas, permita um reflexo; uma visão mais realista dessas relações.

Essa potência, mais realista e menos teísta, também é perceptível na obra de Betti Marenko que aborda o animismo híbrido:

Uma questão legítima pode surgir aqui: essa perspectiva de animismo híbrido não corre o risco de conferir muita “inteligência” à computação? Sugiro que esta questão seja invertida. Em vez disso, devemos perguntar: por que o alcance da computação ainda é definido de forma tão restrita (ou seja, humanamente)? (...) será que não é hora de rever como se pensa a inteligência em “inteligência artificial”?<sup>78</sup> (MARENKO, 2022, p. 195)

Como ponto de apoio para a discussão que se almeja construir aqui, há alguns elementos cruciais que atravessam os esforços de associação dos algoritmos à fé (BOGOST, 2015; FINN, 2017; FRY, 2018), à magia (FINN, 2017; MARENKO, 2019; BOGALHEIRO, 2021) e ao tecno-animismo (MARENKO, 2019; 2021; 2022; BOGALHEIRO, 2021): a incomputabilidade, a incerteza e a contingência.

## 4.2. Incomputabilidade, incerteza e contingência

Em 2007, um grupo de programadores franceses desenvolviam uma aplicação web que ganharia grande popularidade em vários países do mundo em poucos anos. “*Akinator*,

---

<sup>77</sup> Tradução do autor para “(...) the nonconscious cognition of intelligent machines exposes temporal lapses that are not immediately accessible to conscious human cognition. This is an emergentist view of nonconscious cognition that challenges the centrality of human sapience in favor of a coevolutionary cognitive infrastructure, where algorithms do not passively adapt to data retrieved but instead establish new patterns of meaning by aggregating, matching, and selecting data”

<sup>78</sup> Tradução do autor para “A legitimate question may emerge here: Isn't this hybrid animism perspective at risk of bestowing too much 'intelligence' to computation? I would suggest that this question should be turned around. Instead we should ask: Why is computation reach still so narrowly (i.e. humanly) defined? (...) isn't perhaps time to revise how the intelligence in 'artificial intelligence' is thought of?”

o gênio da Internet”<sup>79</sup> está disponível em 15 idiomas e ainda em 2023 continua bastante popular não só pela diversão e entretenimento que possibilitou ao longo dos anos, mas por ser um dos mais disseminados exemplos do potencial de um bom banco de dados e algoritmos dinâmicos.

O *Big Data* permite – e já permitia em 2007, que Akinator adivinhe em qual personalidade o jogador está pensando. Por meio de consultas cruzadas em um imenso banco de dados, no mesmo molde que permite à Amazon nos mostrar produtos que teríamos mais probabilidade de comprar, Akinator varre uma enorme base que aumenta e se lapida cada vez que um novo jogador interage com ele.

Esse tipo de interação é um exemplo interessante, não só da capacidade dos algoritmos, mas especialmente de como o funcionamento algorítmico pode ser percebido como um verdadeiro fenômeno; tal qual admiramos, somos impactados, interagimos e queremos compartilhar uma boa visão de um fenômeno físico-químico, como as auroras boreais e austrais, sem necessariamente saber as reações e eventos que as tornam possíveis - resguardadas aqui toda a raridade, especificidade e conjunções de fatores necessários para que alguém presencie uma aurora como essas –.

Como em uma viagem ao extremo norte do planeta que pode frustrar a todos os potenciais expectadores da aurora boreal, gerando zero registros do fenômeno que iluminaria a noite, Akinator também pode errar. Ao descrever Vilém Flusser, a partir dos questionamentos “do gênio”, obtive “Friedrich Nietzsche” como primeiro output do sistema. Ao informar o erro, me foi solicitado que continuasse fornecendo mais inputs, e ainda assim, Akinator arriscou, equivocadamente após mais dez perguntas, “Max Horkheimer”.

Em um sistema algorítmico, um erro geralmente faz parte de uma contingência. Trata-se de um evento possível ainda que não esperado. No contexto algorítmico, essa possibilidade é uma incerteza, ainda que parametrizada, é possível afirmar que trata-se de uma dúvida, e o resultado de uma operação pode ser surpreendente como afirmou Allan Turing, em seu artigo seminal:

A opinião de que as máquinas não podem causar surpresas deve-se, creio eu, a uma falácia a que os filósofos e matemáticos estão particularmente sujeitos. Esta é a suposição de que assim que um fato é recebido por uma mente, todas as consequências desse fato surgem na mente simultaneamente com ele. É uma suposição muito útil em muitas circunstâncias, mas é fácil que alguém se esqueça que é falsa. Uma consequência natural de fazer isso é que se assume que não há

---

<sup>79</sup> Pode ser acessado em: <https://pt.akinator.com/>.

virtude na mera elaboração de consequências a partir de princípios gerais e dados.<sup>80</sup> (TURING, 1950, p. 451)

Até mesmo a parada de um sistema algorítmico é possível, nesses termos, devido ao que Parisi (2013) chama de incomputabilidade, apoiada nas noções de Chaitin (2005). Gregory Chaitin desafia a certeza que existe na lógica digital, revelando “Ômega” ( $\Omega$ ), considerado um número real e capaz de atribuir incerteza à própria matemática discreta, base dos códigos binários que permeiam os sistemas computacionais (PARISI, 2013).

Nas palavras de Chaitin (2005, p. 76), Ômega “é uma sequência infinita de bits na qual não há padrão e não há correlações. Seus bits são fatos matemáticos que não podem ser compactados em axiomas mais concisos do que são”<sup>81</sup>. Ômega representa a possibilidade da existência de um infinito entre os zeros e uns de um código binário.

Ao passo que a noção comum da incerteza, fora dos muros conceituais e contextuais da máquina algorítmica, possa parecer um golpe no Racionalismo que nos trouxe até o cenário de computadorização planetária, e talvez um afago simultâneo nas noções de empirismo e misticismo, fosse esse um período de “um novo Iluminismo”, a questão não é tão simples.

A incerteza gerada pela incomputabilidade pode ser entendida como uma potencial expansão do próprio poder computacional, conforme argumenta Parisi (2013; 2017), e ainda ser considerada como capaz de aproximar a automação de um pensamento crítico (PARISI, 2016).

Essa aleatoriedade algorítmica (CHAITIN, 2005; PARISI, 2016) implica em assumir que a própria racionalidade instrumental que nos trouxe até este patamar pode não ser capaz de compreender totalmente os processos algorítmicos. A previsibilidade das analogias de receitas de bolo pode dar lugar a processos que, não só geram produtos diferentes, a partir de sua recursividade, mas podem alterar seu funcionamento a partir de sua contingência?

---

<sup>80</sup> Tradução do autor para “The view that machines cannot give rise to surprises is due, I believe, to a fallacy to which philosophers and mathematicians are particularly subject. This is the assumption that as soon as a fact is resented to a mind all consequences of that fact spring into the mind simultaneously with it. It is a very useful assumption under many circumstances, but one too easily forgets that it is false. A natural consequence of doing so is that one then assumes that there is no virtue in the mere working out of consequences from data and general principles.”

<sup>81</sup> Tradução do autor para “is an infinite sequence of bits in which there is no pattern, and there are no correlations. Its bits are mathematical facts that cannot be compressed into axioms that are more concise than they are”.

O inconsciente tecnológico evoca uma imagem dos humanos cada vez mais constituídos por computação, software e códigos, e de objetos eletrônicos recursiva e continuamente remodelando o mundo. Este mesmo inconsciente ainda evoca a incerteza digital, definida aqui como o potencial para resultados não programados, desconhecidos e contingentes na computação.<sup>82</sup> (MARENKO, 2021, p. 220)

Os processos de aprendizagem de máquinas podem evoluir a este ponto, mas o recorte temporal me permite dizer que os processos algorítmicos ainda permanecem no controle dos humanos. Na busca por uma abordagem racional no desenvolvimento de tais processos algorítmicos ou algoritmizados, prezando pelo humano como parte afetada ou participante desse desenvolvimento, há em uma extremidade o risco desta “super-racionalidade incomputável” e, portanto, incompreensível, e do outro, o risco de uma desconsideração de qualquer racionalidade, que também resulta na impossibilidade de compreensão.

Há aqui, no entanto, que considerarmos que esse debate não é totalmente novo, e que alguns aspectos que evocam possíveis novas visões a respeito dessa abordagem, de alguma forma, já sem fazer presentes há algum tempo, pois constituem a própria lógica algorítmica.

Embora se possa supor que essa inclusão de indeterminação – ou irracionalidade ou atividade não-consciente – dentro do processo computacional seja apenas outra manifestação do tecnodomínio final da realidade, é importante aqui reiterar que a aleatoriedade está no cerne da mediação algorítmica, e, como tal, abre a questão do domínio epistemológico para a centralidade da contingência dentro do funcionamento de qualquer sistema racional. Isso resulta não em um mau funcionamento necessário de um sistema — isto é, na linha de fuga do glitch ou na quebra da ordem —, mas sim em sua hiper-racional (...) articulação do real, do desconhecido, do incomputável, em termos de mediações técnicas, atualizações automatizadas e devires mecânicos do real em suas formas artificiais manifestas.<sup>83</sup> (PARISI, 2017, p. 9)

Partindo do pressuposto sintetizado no trecho destacado de Parisi (2017), seja na irracionalidade ou na hiper racionalidade, existe nessa lógica algorítmica espaço para a ofuscação, a inescrutabilidade e a inexplicabilidade. Para além das discussões sobre

---

<sup>82</sup> Tradução do autor para “The technological unconscious evokes an image of humans as increasingly constituted by computation, software and codes, and of electronic objects recursively and continuously reshaping the world. It evokes digital uncertainty, defined here as the potential for unprogrammed, unknown, and contingent outcomes in computation.”

<sup>83</sup> Tradução do autor para “While one can assume that this inclusion of indeterminacy — or irrationality or nonconscious activity — within the computational process is but another manifestation of the ultimate technomastery of reality, it is important here to reiterate instead that randomness is at the core of algorithmic mediation, and as such it opens up the question of epistemological mastery to the centrality of contingency within the functioning of any rational system. This results not in a necessary malfunction of a system — i.e., the line of flight of the glitch or the breakdown of order — but instead in its hyperrational (...) articulation of the real, the unknown, the incomputable, in terms of technical mediations, automated actualizations, and machine becomings of the real in their manifest artificial forms.”

antropocentrismo, existe no cerne desta questão sobre a racionalidade muito mais do que a aleatoriedade, a incerteza, a indeterminação e a incomputabilidade; sistemas inalcançáveis racionalmente – ao menos em alguns aspectos –, não só por essas características relacionadas à contingência, mas por uma lógica sistêmica que se distancia cada vez mais da perspectiva humana do pensamento.

Não se deseja, com tais afirmações, construir um raciocínio tecnófobo e nem mesmo tecnófilo. É relativamente fácil permitir que o debate sobre a racionalidade ou a não-racionalidade maquínica nos leve a uma perspectiva singularitariana, como a defendida por Raymon Kurzweil.

O que é, então, a Singularidade? É um período futuro durante o qual o ritmo da mudança tecnológica será tão rápido, seu impacto tão profundo, que a vida humana será transformada de forma irreversível. (...) A Singularidade nos permitirá transcender essas limitações de nossos corpos e cérebros biológicos. Ganharemos poder sobre nossos destinos. Nossa mortalidade estará em nossas próprias mãos. Seremos capazes de viver o quanto quisermos (uma afirmação sutilmente diferente de dizer que viveremos para sempre). Compreenderemos completamente o pensamento humano e ampliaremos e expandiremos enormemente seu alcance. Até o final deste século, a porção não biológica de nossa inteligência será trilhões de trilhões de vezes mais poderosa do que a inteligência humana sem ajuda.<sup>84</sup> (KURZWEIL, 2005, p. 13; 16)

Previsões como as de Kurzweil são muito dificilmente passíveis de conexão a um pensamento científico, mas demonstram uma corrente que encontra força no Vale do Silício e em tudo que dele emerge, reforçando uma cultura de aprendizagem e negócios ágeis, fortemente baseados em tecnologia. A Singularity University<sup>85</sup> é um dos produtos desse pensamento.

Sob certa ótica, magia e razão puramente instrumental falharão como abordagens capazes de melhorar os processos de *assemblage* na era da relevância algorítmica. Entre analogias de gênios, auroras, gravidade e feitiços, o imprevisível – neste caso gerado pela grande capacidade de processamento – se torna também um argumento de venda. Um

---

<sup>84</sup> Tradução do autor para “What, then, is Singularity? It's a future period during which the pace of technological change will be so rapid, its impact so deep, that human life will be irreversibly transformed. (...) The Singularity will allow us to transcend these limitations of our biological bodies and brains. We will gain power over our fates. Our mortality will be in our own hands. We will be able to live as long as we want (a subtly different statement from saying we will live forever). We will fully understand human thinking and will vastly extend and expand its reach. By the end of this century, the nonbiological portion of our intelligence will be trillions of trillions of times more powerful than unaided human intelligence.”

<sup>85</sup> <https://www.su.org/>

verdadeiro “show visual”, que em experiências imersivas podem entreter e ofuscar cada vez mais, tal qual o espelho ou a caixa espelhada.<sup>86</sup>

O cenário que se deseja explorar nesse capítulo não é constituído por esse tipo de pensamento ou produto gerado por esta irracionalidade ou pela hiper-racionalidade. A motivação que leva à apresentação dessa construção é discutir o modo como estas idealizações, que potencialmente levam a um pensamento transumanista ou pós-humano, permitem abstrações e a criação de um imaginário de tecnologia mágica (FINN, 2017).

Assim como as invenções de Heron (PAPADOPOULOS, 2007), vastamente abordadas no capítulo 2, há aqui um potencial de que a evolução maquínica e da automação no contexto algorítmico colaborem para um imaginário místico algorítmico. É exagerado falar em fé no algoritmo se cada vez mais dependemos de suas previsões certeiras e nos maravilhamos com suas imprevisibilidades? Como nos autômatos da Grécia de Heron, forjados para adoração dos deuses, será a razão matemática e algorítmica o caminho para um animismo algorítmico?

Conhecer o contexto e suas possibilidades parece ser uma de nossas preocupações possíveis e ainda profícuas. Nesse sentido, e a respeito de sua leitura de Guattari, Betti Marenko afirma:

É assim que Guattari nos fornece maneiras de pensar sobre novas ecologias humano–não-humanas, ficando longe tanto do tecnodeterminismo quanto da tecnodistopia, ao mesmo tempo em que refuta a noção ingênua de máquinas e tecnologias como ferramentas neutras. Em vez disso, o que é enfatizado é até que ponto a computação planetária mina a distinção estrutural entre máquina e cognição e nos força a reimaginar a fronteira entre humano e não-humano.<sup>87</sup> (MARENKO, 2021, p. 218)

Como um verdadeiro potencial da escala de cinza que está disponível entre o preto e o branco, a incomputabilidade e a incerteza permitem abstrações das mais diversas. A partir de algumas aplicações da arquitetura digital, Parisi e Portanova (2011) e Parisi (2013)

---

<sup>86</sup> Este trecho pode ser ilustrado a partir de uma demonstração recente de uma aplicação conceito, em que a NVIDIA, em parceria com a Convai, apresentou uma possibilidade de diálogo não roteirizado entre um jogador e um NPC (personagem “não jogável”), ativado por voz e com resultados com potenciais únicos, que podem beirar o infinito, a depender da complexidade da base de dados que alimenta esse NPC. Aqui, a incerteza é parte da magia e do Marketing. O vídeo da demonstração pode ser acessado aqui: <https://www.youtube.com/watch?v=5R8xZb6J3r0>.

<sup>87</sup> Tradução do autor para “This is how Guattari furnishes us with ways of thinking about new human– non-human ecologies, staying clear of both technodeterminism and technodystopia, while also refuting the naïve notion of machines and technologies as neutral tools. What is emphasized instead is the extent to which planetary computation undermines the structural distinction between machine and cognition, and forces us to reimagine the boundary between human and nonhuman.”

utilizam o termo “soft thought”, baseado na própria ideia de programa (software), como a própria “imanência do pensamento incomputável” (PARISI, 2013, p. 255).

E ainda, com base na noção mereotopológica de Whitehead, o conceito de “preensão” emerge como “o processo pelo qual uma Entidade real confronta dados infinitos através da seleção física e/ou conceitual, avaliação, inclusão, exclusão e transformação de dados, e pelo qual ela assim investe e reprograma o campo real de potencialidade.”<sup>88</sup> (PARISI, 2013, p. 265)

É a partir destas noções, que Parisi (2013) desenvolve a aplicação de “contágio”. Estas preensões (também chamadas de ocasiões atômicas) permitem uma problematização com uma abordagem de percepção no lugar de uma necessária cognição. Preender, segundo a autora, é ser infectado com quantidades de infinitas naturezas, mas sem estar apto a mudá-las (PARISI, 2013).

Em virtude do exposto, a noção de vírus poderia ser utilizada como uma alegoria conceitual bastante aplicável à uma representação de algoritmo. Contudo, apesar de sua relativa invisibilidade – comparável aos espelhos, nesse sentido –, o vírus é um ser de características biológicas, vivo, ainda que não possua células. Ficou evidente, especialmente nos últimos anos<sup>89</sup>, que os vírus são capazes de impor regimes e ensejar a constituição de processos culturais a partir de sua lógica operacional.

A visão do algoritmo como vírus também empobreceria a perspectiva de objeto do mesmo, já que como um ser vivo, o vírus age para sua sobrevivência e multiplicação, por muitas vezes em detrimento do bem-estar humano. Contudo, apesar dessa dependência em relação a seres humanos e outros animais que agem como hospedeiros de tais agentes biológicos, não podemos afirmar que o vírus age em parceria ou sob regras e comandos humanos.

Não se deseja vincular o conceito de algoritmo a um conceito biológico que buscamos, como humanidade, evitar. Os vírus são reconhecidos pelos malefícios causados à humanidade ou mesmo aos computadores, já que o termo é analogamente utilizado para

---

<sup>88</sup> Tradução do autor para “the process by which a real Entity confronts infinite data through physical and/or conceptual selection, evaluation, inclusion, deletion and transformation of data, and by which it thereby invests and reprograms the real field of potentiality.”

<sup>89</sup> Referência à pandemia de COVID-19, também conhecida como pandemia de coronavírus. Oficializada como tal pela OMS em 11 de março de 2020, teve seu fim declarado apenas no dia 5 de maio de 2023. Para mais informações sobre dados sobre o ocorrido no contexto nacional, recomenda-se consultar <https://covid.saude.gov.br/>.

definir uma categoria de *malwares*<sup>90</sup> que é capaz de se anexar a arquivos ou programas, e com capacidade de se replicar automaticamente, disseminando seu código a outros programas e/ou arquivos.

Vincular conceitualmente o vírus como uma possível analogia ao algoritmo seria reforçar uma visão tecnofóbica. A analogia do espelho e as problematizações trazidas por meio deste capítulo, sobre animismo, magia e fé, buscam abordar aspectos mais neutros e capazes de dialogar com as noções como as de invisibilidade, ofuscação e poder.

É a partir desta abordagem, com base nos pressupostos e expostos de naturezas computáveis e incomputáveis, que o próximo tópico permitirá a exploração desse imaginário “tecnomágico” possível. Entre fetichismo, animismo, crença, magia, até que ponto “qualquer tecnologia suficientemente avançada é indistinguível da magia”<sup>91</sup>? E como essa possível aproximação impacta as relações humano-algorítmicas? O avanço dos aspectos não humanos (LATOURET, 1994) e a linha tênue que eventualmente ainda separa na interpretação o objeto do sujeito permitem um retorno à analogia do espelho (Capítulo 3) apresentando uma possibilidade de visão metafísica na conjugação de humanos e algoritmos.

### **4.3. Máquinas, espelhos e a fase mágica simondoniana**

Como alicerces teóricos na construção dessa etapa, Gilbert Simondon e Alfred Gell serão utilizados em conjunto com algumas releituras e apropriações mais atuais, com as feitas a partir de Betti Marenko, Ed Finn e Manuel Bogalheiro.

Para além dos inúmeros sentidos para a palavra “mágica”, como as profundamente listadas por Giordano Bruno (1998), sempre que usado em contexto exterior ao das palavras utilizadas diretamente pelos próprios autores, o sentido que é pretendido para o termo é o de um fenômeno, evento ou processo que está além da simples compreensão humana, ou ainda que exigiria esforço descomunal para que possa ser compreendido.

---

<sup>90</sup> *Malware*, terminologia formada pelas palavras *malicious software* (software maliciosos), refere-se a qualquer tipo de programa perigoso que ataca computadores e redes. Disponível em: <https://www.avg.com/pt/signal/difference-between-malware-and-virus>.

<sup>91</sup> Tradução do autor para “any sufficiently advanced technology is indistinguishable from magic”. A famosa frase de Arthur C. Clarke é exibida em uma nota de rodapé da versão de 1973 de *Profiles of the Future*, originalmente de 1962. Trata-se de uma coletânea de ensaios produzidos entre 1959 e 1961 pelo autor. A obra encontra-se disponível em: <https://archive.org/details/profilesoffuture0000clar/page/n275/mode/2up>.

Antes de adensar a questão da magia ou mesmo da “fase mágica” de Simondon, existe uma importante noção simondoniana que se relaciona diretamente com o tópico anterior, e parece que poderia encontrar alocação interessante neste ponto do texto. As noções relacionais de abertura e aprimoramento do que Simondon (2017) chama por “objeto técnico” está diretamente ligada à indeterminação, como a que se buscou conectar – em um contexto computacional e algorítmico que, cabe destacar, não foi vivenciado pelo autor – aos conceitos de contingência e incomputabilidade.

O verdadeiro aperfeiçoamento progressivo das máquinas, pelo qual poderíamos dizer que o grau de tecnicidade de uma máquina é elevado, não corresponde a um aumento do automatismo, mas, ao contrário, ao fato de que o funcionamento de uma máquina abriga uma certa margem de indeterminação. É essa margem que permite que a máquina seja sensível a informações externas. Muito mais do que qualquer aumento do automatismo, é a sensibilidade à informação por parte das máquinas que torna possível um conjunto técnico.<sup>92</sup> (SIMONDON, 2017 apud MARENKO, 2021, p. 219)

É, também, a partir dessas noções de indeterminação e de abertura, que esse imaginário “tecno-mágico” (FINN, 2017) pretende ser abordado, não como verificação ou comprovação de algum aspecto metafísico, mas como um aspecto possível e/ou especulativo do pensamento humano capaz de abordar a questão tecnológica. Uma abordagem mágica, mística ou divina dos processos tecnológicos pode facilitar o afastamento da compreensão e o desinteresse da busca por esta, já que reforçam aspectos de inalcançabilidade a fenômenos técnicos.

Precedendo o debate sobre magia que permite-se especular em Simondon, é importante entender que não somente sua obra mais mencionada, sobre o modo de existência dos objetos técnicos (MEOT), mas todo seu pensamento se baseia em uma busca por conscientização destes objetos técnicos como elementos não contrapostos à natureza humana ou à própria cultura.

A cultura constituiu-se como um sistema de defesa contra as técnicas. Apresenta-se como uma defesa do ser humano, na suposição de que os objetos técnicos não contenham realidade humana. Quero mostrar que a cultura ignora na realidade técnica uma realidade humana e que, para desempenhar completamente seu papel, ela deve incorporar os seres técnicos sob a forma de conhecimento e do ponto de vista dos valores. O pensamento filosófico deve nos conscientizar dos modos de existência dos objetos técnicos, cumprindo nesse caso um dever análogo ao que cumpriu na abolição da escravatura e na afirmação do valor da pessoa humana. A oposição instituída entre cultura e técnica, entre homem e máquina, é falsa e infundada. Encobre a ignorância ou ressentimento. Por trás de um humanismo fácil,

---

<sup>92</sup> Tradução do autor para “The true progressive perfecting of machines, whereby we could say a machine’s degree of technicity is raised, corresponds not to an increase of automatism, but on the contrary to the fact that the operation of a machine harbors a certain margin of indeterminacy. It is this margin that allows the machine to be sensitive to outside information. Much more than any increase in automatism, it is sensitivity to information on the part of machines that makes a technical ensemble possible.”

mascara uma realidade rica em esforços humanos e em forças naturais, a realidade que constitui o mundo dos objetos técnicos, os mediadores entre a natureza e o homem. A cultura se comporta em relação ao objeto técnico como o homem em relação ao estrangeiro, quando se deixa levar pela xenofobia primitiva. (...) A máquina é a estrangeira em que está encerrado um humano desconhecido, materializado e subjugado, mas que, ainda assim permanece humano.<sup>93</sup> (SIMONDON, 2017, p. 31)

A defesa de Simondon não é a da técnica em oposição ao humano. Seu olhar ainda que – desde as primeiras palavras da obra citada seja perceptivelmente – muito otimista ao se referir à relação humano e máquina, é, no fundo uma crítica ao que o mesmo chama de um “humanismo fácil”.

Produto não só da ação humana, mas de uma ação constante e interativa com o ambiente (*milieu*), o objeto técnico reforça também a partir desse ambiente sua conexão interdependente com a natureza. Segundo o autor, indivíduo e ambiente se formam conjuntamente. E, por indivíduo, o autor se refere a somente um de três níveis desse objeto técnico, com base nos possíveis modos de gênese. (SIMONDON, 2017)

Nessa noção da individualidade técnica, fica evidente a abordagem nada antropocêntrica do autor que, não deve de forma alguma ensejar um discurso crítico a respeito de qualquer subvalorização do aspecto humano, apesar de servir como propulsor para argumentos pós-humanistas.

A perspectiva de um “objeto aberto”, facilmente comparável às noções de incerteza, indeterminância e, especulativamente, incomputabilidade é possível por meio das perspectivas de gênese desse objeto técnico. Ao abordar as possibilidades abstratas e concretas desse objeto, é possível perceber dois pontos altamente relevantes para a compreensão do pensamento simondoniano: primeiramente: as características desse “aberto”, possível devido ao “estágio abstrato” desse objeto; e em seguida, um vislumbre

---

<sup>93</sup> Tradução do autor para “Culture was constituted as a defense system against techniques. It presents itself as a defense of the human being, on the assumption that technical objects do not contain human reality. I want to show that culture ignores a human reality in technical reality and that, to fully play its role, it must incorporate technical beings in the form of knowledge and from the point of view of values. Philosophical thought must make us aware of the modes of existence of technical objects, fulfilling in this case a duty analogous to the one it fulfilled in the abolition of slavery and in the affirmation of the value of the human person. The established opposition between culture and technique, between man and machine, is false and unfounded. It covers up ignorance or resentment. Behind an easy humanism, it masks a reality rich in human efforts and natural forces, the reality that constitutes the world of technical objects, the mediators between nature and man. Culture behaves towards the technical object like man towards the foreign, when he lets himself be carried away by primitive xenophobia. (...) The machine is the foreigner in which an unknown human is enclosed, materialized and subjugated, but who still remains human.”

de como a ideia de estágio aqui empregada permite compreender a aplicação de “fases” pelo autor. (SIMONDON, 2017)

O artesanato corresponde ao estágio primitivo da evolução dos objetos técnicos, isto é, ao estágio abstrato; a indústria corresponde ao estágio concreto. O caráter de objeto *sob medida* encontrado no produto do trabalho do artesão não é essencial; resulta de outra característica – esta, essencial – do objeto técnico abstrato, que pé a de fundamentar-se numa organização analítica, deixando sempre aberto o caminho para novas possibilidades; essas possibilidades são a manifestação externa de uma contingência interna.<sup>94</sup> (SIMONDON, 2017, p. 43)

A “fase mágica” de Simondon somente pode ser compreendida dominando seu uso de “fases”. Conforme seu notável conhecimento no campo da Física, o autor elabora uma fase não como um momento no tempo capaz de suceder ou ser sucedido por outro, mas a partir uma perspectiva termodinâmica, as fases somente existem em relação a outras fases. Como a relatividade interdependente da luz e da escuridão ou os estados da matéria, onde o sólido só é percebido como tal na sua relação com o gasoso e/ou o líquido, as fases não existem isoladamente.

Esta noção polifásica das gêneses simondonianas são aplicadas e aplicáveis, de acordo com o autor, tanto o objeto técnico (2012) como nas fases do ser (2013). Esse devir genético proposto por Simondon teria na “fase mágica” uma emergência da cultura primitiva, onde não é possível perceber separadamente sujeito e objeto. Essa fase permite uma rede de pontos de intercâmbio entre o “sujeito-objeto” e o meio, e essa reticulação possibilita uma explicação ou desdobramento da técnica e da religião. (SIMONDON, 2012)

“Explicar” apesar do mesmo sentido de “desdobrar” parece permitir uma visualização melhor de um outro ponto crucial para o entendimento de Simondon, já que nas relações de sujeito e objeto, mas principalmente de técnica e religião, age um modo de pensamento que se baseia nas teorias da Gestalt, mais especificamente a noção de “figura e fundo” (SIMONDON, 2012, p. 230).

A técnica representaria um mundo objetivo, e o próprio realce figural do esquema baseado na Gestalt; enquanto a religião poderia ser compreendida como uma forma de subjetivação dos indivíduos, atuando como um plano de fundo que mantém os seres conectados à sua comunidade.

---

<sup>94</sup> Tradução do autor para “Craftmanship corresponds to the primitive stage of the evolution of technical objects, that is, to the abstract stage; the industry corresponds to the concrete stage. The bespoke character found in the product of the craftsman’s work is not essential; results from another characteristic – this one, essential – of the abstract technical object, which is based on an analytical organization, always leaving the way open to new possibilities; these possibilities are the external manifestation of an internal contingency.”

Por mais que a complexidade presente no trabalho de Simondon possa significar eventuais obstáculos cognitivos, as analogias práticas e visuais permitem uma compreensão fenomenológica das dinâmicas de seu pensamento, de forma que cada conquista serve como lente para “destravar” novos sentidos na obra do autor. A própria noção da “fase mágica” careceu de alguns desbloqueios analógicos e semânticos, para que fosse possível encará-la como algo original e primitivo na hipótese simondoniana.

Ainda, de acordo com sua abordagem termodinâmica bem como a de “figura e fundo”, pode-se depreender que tal fase “mágica” não termina (ou some) por completo, mas depende de outras fases e pode estar mais implicada, complicada, explicada, ao fundo ou mais à frente nos planos de acordo todas as relativizações que o autor demanda.

É nesse potencial especulativo de um universo mágico primitivo que pode se sobrepor ao natural, por meio de dobras e graduações também potenciais, que emerge a um dos pontos hipotéticos dessa tese: seria possível pensar em uma (nova) fase mágica simondoniana a partir da atribuição de aspectos técnicos e religiosos atribuídos ao conceito de algoritmo?

Se, por um lado, a noção clássica de artefacto pressupõe objetos inertes e uma confiabilidade entre o usuário e os usos que podem ser extraídos dos objetos, por outro lado, reconhece-se a suspeita de que os objectos técnicos e os seus esquemas operatórios, as máquinas e as suas soluções “artificiais”, encerram em si um carácter inautêntico e adulterador, como se de uma potência própria de astúcia e de engano se tratasse, capaz de, no limite, se emancipar e se processar de forma autónoma, independentemente dos usos e das apreensões que os humanos, seus operadores, possam fazer. O imaginário ocidental da técnica ter-se-á assim constituído sob pressupostos que, a par das leis formais da mecânica ou da *matematicidade* fria que governa qualquer gramática de códigos, projectaram uma dimensão mágica e especulativa naquilo que de artificial permite manipular a produtividade original da natureza. (BOGALHEIRO, 2021, p. 57)

Por mais que o sentido de “magia” em Simondon seja única, e aborde a referida perspectiva de uma “rede” de trocas facilitadas entre ser meio (SIMONDON, 2017), alguns dos aspectos “mágicos”, ainda que em perspectivas mais comumente utilizadas, podem facilitar a compreensão dos aspectos já levantados neste texto – ao falar do animismo e do fetichismo, por exemplo – e potencialmente integrarem alguns dos aspectos necessários para composição da fase mágica de Simondon. Tentando aproximar a noção de algoritmo à de objeto técnico e buscar uma consolidação aplicável do arcabouço simondoniano a tais entidades, outros autores serão acionados na exploração desse imaginário relacional entre tecnologia e magia.

Um possível ponto de aproximação entre a ação algorítmica e a ação mágica é que ambos têm potenciais de alterar realidades (FINN, 2017; MARENKO, 2019; BOGALHEIRO,

2021). Em uma adaptação possivelmente simondoniana, estaria aqui implícita a capacidade de modular a realidade. Na comparação de Ed Finn, os votos de casamento, uma sentença de um tribunal ou a maldição de um xamã são exemplos de como palavras podem ser “códigos que mudam a realidade” (FINN, 2017, p. 1). Por trás destes rituais, encontra-se um aspecto fundamental comum de nossa sociedade: a linguagem.

Hoje nossas linguagens se espalham por muitos registros: linguagens processuais de computador, linguagens críticas de filmes e novas mídias, “*creoles*”, linguagens ficcionais, novilíngua, emoji. Em nossa percepção, cada um desses registros atribui certos poderes mágicos a símbolos e significados; cada um deles gera poder cultural baseado na tensão inerente entre realidade e representação. A ligação entre a linguagem falada e os sistemas simbólicos abstratos, particularmente a matemática, criou novos caminhos para conexões místicas entre números, verdades universais e a estrutura fundamental da realidade. A cabala judaica, o fascínio de Isaac Newton pela alquimia e exemplos biológicos de figuras matemáticas como a Proporção Áurea reforçam uma noção metafísica particular de que alguma ordem lógica, alguma gramática e vocabulário simbólico fundamentam o universo.<sup>95</sup> (FINN, 2017, p. 1-2)

Esses ritos linguísticos, facilmente identificáveis nas ficções sobre magias e feitiçaria, mas também presentes – ao menos – nos maiores sistemas de crença do mundo. Do “*Avada Kedavra*” ao “Espelho, espelho meu...” e do também popular “Amém” ao “Namastê”, a linguagem é o principal gatilho em rituais e saudações religiosas diversas.

Ao abordar as diferenças e aproximações entre magia e tecnologia, Alfred Gell expõe uma importante característica da tecnologia que permite levar o debate para além da instrumentalidade.

A tecnologia é identificada com “ferramentas” e “ferramentas” com artefatos, como machados e raspadores, que se presume terem sido importados na “busca por comida”. Essa “busca por comida” foi imaginada como um negócio sério, de vida ou morte, e o emprego da tecnologia como um assunto igualmente “sério”. O Homo technologicus é uma criatura racional e sensata, não uma criatura mitopoética ou religiosa, que ele só se torna quando abandona a busca por soluções “técnicas” para seus problemas e parte para os reinos da fantasia e da especulação vazia. Mas esta oposição entre o técnico e o mágico não tem fundamento. (...) No mínimo, a tecnologia não consiste apenas nos artefatos que são empregados como ferramentas, mas também inclui a soma total dos tipos de conhecimento que tornam possível a invenção, fabricação e uso de ferramentas. Mas isto não é tudo.

---

<sup>95</sup> Tradução do autor para “Today our languages sprawl across many registers: procedural computer languages, critical languages of film and new media, creoles, fictional languages, newspeak, emoji. In our perception, each of those registers ascribes certain magical powers to symbols and meaning; each of them generates cultural power based on the inherent tension between reality and representation. The link between spoken language and abstract symbolic systems, particularly mathematics, has created new avenues for mystical connections between numbers, universal truths, and the fundamental structure of reality. Jewish kabbalah, Isaac Newton’s fascination with alchemy, and biological examples of mathematical figures like the Golden Ratio all reinforce a particular metaphysical notion that some logical order, some grammar and symbolic vocabulary, underlies the universe.”

“Conhecimento” não existe exceto em um determinado contexto social.<sup>96</sup> (GELL, 1988, p. 6)

Para além da referida transmissão de conhecimento tecnológico, a linguagem pode ser um elemento central para pensar uma possível confluência técnico-religiosa, capaz de reproduzir a fase mágica simondoniana.

Nas relações entre técnica e magia de Gell (1988), emerge um terceiro termo eventualmente confundido com a noção de magia do autor. O “encantamento” como caracterização do último de três sistemas técnicos apresentados pelo autor. Após apresentar os sistemas de “Tecnologia de Produção” (p. 6) e de “Tecnologia de Reprodução” (p. 7), o autor aborda o terceiro dos sistemas, que ele denomina “Tecnologia do Encantamento”:

Os seres humanos aprisionam animais na malha dos propósitos humanos usando uma série de técnicas psicológicas, mas estas são primitivas em comparação com as armas psicológicas que os seres humanos usam para exercer controle sobre os pensamentos e ações de outros seres humanos. A tecnologia de encantamento é a mais sofisticada que possuímos. Sob este título coloco todas aquelas estratégias técnicas, especialmente arte, música, dança, retórica, presentes, etc., que os seres humanos empregam para assegurar a condescendência de outras pessoas em suas intenções ou projetos. Essas estratégias técnicas – que são, claro, praticadas reciprocamente – exploram vieses psicológicos inatos ou derivados para encantar o outro e fazer com que ele perceba a realidade social de forma favorável aos interesses sociais do encantador.<sup>97</sup> (GELL, 1988, p. 7)

De acordo com o autor, o desenvolvimento deste terceiro sistema está amplamente ligado ao desenvolvimento da inteligência humana. Esta “inteligência superior” se manifesta, segundo Gell, nos processos de “manipulação do desejo, terror, admiração, avareza, fantasia, vaidade, e outras paixões humanas” (GELL, 1988, p. 7).

Estou ciente de que tem havido um debate prolongado sobre magia e que nem todos concordam que a magia seja “simbólica” de forma alguma; uma vez que pode

---

<sup>96</sup> Tradução do autor para “Technology is identified with ‘tools’ and ‘tools’ with artefacts, like axes and scrapers, which are presumed to have been imported in the ‘food quest’. This ‘food quest’ has been imagined as a serious, life-or-death, business, and the employment of technology as an equally ‘serious’ affair. *Homo technologicus* is a rational, sensible creature, not a mythopoeic or religious one, which he only becomes once he abandons the search for ‘technical’ solutions to his problems and takes off into the realms of fantasy and empty speculation. But this opposition between the technical and the magical is without foundation. (...) At the very minimum, technology not only consists of the artefacts which are employed as tools, but also includes the sum total of the kinds of knowledge which make possible the invention, making and use of tools. But this is not all. ‘Knowledge’ does not exist except in a certain social context.”

<sup>97</sup> Tradução do autor para “Human beings entrap animals in the mesh of human purposes using an array of psychological techniques, but these are primitive in comparison with the psychological weapons which human beings use to exert control over the thoughts and actions of other human beings. The technology of enchantment is the most sophisticated that we possess. Under this heading I place all those technical strategies, especially art, music, dances, rhetoric, gifts, etc., which human beings employ in order to secure the acquiescence of other people in their intentions or projects. These technical strategies – which are, of course, practised reciprocally – exploit innate or derived psychological biases so as to enchant the other person and cause him/her to perceive social reality in a way favourable to the social interests of the enchanter.

ser interpretado como uma tentativa de empregar espíritos ou poderes mágicos quase físicos para intervir (causalmente) na natureza. (...) Considero que a “magia” como adjunta de procedimentos técnicos persiste porque serve a fins “simbólicos”, ou seja, cognitivos. O pensamento mágico formaliza e codifica os traços estruturais da atividade técnica, impondo-lhe um quadro de organização que regula cada etapa sucessiva de um processo complexo.<sup>98</sup> (GELL, 1988, p. 7-8)

A magia está conectada diretamente aos – ainda que fora dos – procedimentos técnicos, e, portanto, não deve ser confundida com o uso de encantamento aplicado pelo autor. Ao enquadrar a magia como adjunta de procedimentos técnicos, o autor permite uma analogia interessante que, de modo metalinguístico, permite explorar a noção de atribuição de qualidade, sensação e até de mudança de sentido a um substantivo ou a um verbo. É possível crer que há uma intenção que, minimamente, se aproxima dessa ideia quando dimensão simbólica da magia é aprofundada pelo autor inaugura o “comentário” como aparato interessante para entendimento da construção dialógica entre a tecnologia e a magia.

Se alguém examina uma fórmula mágica, muitas vezes vê que um feitiço ou uma oração faz pouco mais do que identificar a atividade que está sendo realizada e definir um critério de “sucesso” nela. “*Agora estou plantando este jardim. Que seja tão produtivo que não consiga colher tudo. Amém*”. Tal feitiço não tem sentido por si só e só cumpre seu papel técnico no contexto de um sistema mágico em que todo e qualquer procedimento de jardinagem é acompanhado por um feitiço semelhante, de modo que toda a sequência de feitiços constitui um plano cognitivo completo de “jardinagem”. A magia consiste em um “comentário” simbólico sobre estratégias técnicas de produção, reprodução e manipulação psicológica. Sugiro que a magia derive do brincar. Quando as crianças brincam, elas fornecem um fluxo contínuo de comentários sobre seu comportamento. Esse comentário enquadra suas ações, divide-as em segmentos, define metas momentâneas e assim por diante. (...) a relação entre a realidade e o comentário no brincar e no fazer mágico permanecem essencialmente semelhantes; já que o comentário teatral invariavelmente idealiza a situação, ultrapassando as fronteiras do meramente real. Quando uma criança afirma que é um avião (com os braços estendidos e os efeitos sonoros e movimentos de mergulho apropriados), o comentário insere o ideal no real, como algo que pode ser evocado, mas não realizado.<sup>99</sup> (GELL, 1988, p. 8)

---

<sup>98</sup> Tradução do autor para “I am conscious that there has been a prolonged debate about magic, and that not everybody agrees that magic is ‘symbolic’ at all; since it can be interpreted as an attempt to employ spirits or quasi-physical magical powers to intervene (causally) in nature. (...) I take the view that ‘magic’ as an adjunct to technical procedures persists because it serves ‘symbolic’ ends, that is to say, cognitive ones. Magical thought formalizes and codifies the structural features of technical activity, imposing on it a framework of organization which regulates each successive stage on a complex process.”

<sup>99</sup> Tradução do autor para “If one examines a magical formula, it is often seen that a spell or a prayer does little more than identify the activity which is being engaged in and defines a criterion for “success” in it. ‘*Now I am planting this garden. Let it be so productive that I will not be able to harvest all of it. Amen*’. Such a spell is meaningless by itself, and it only fulfills its technical role in the context of a magical system in which each and every gardening procedure is accompanied by a similar spell, so that the whole sequence of spells constitutes a complete cognitive plan of ‘gardening’. Magic consists of a symbolic ‘commentary’ on a technical strategies in production, reproduction and psychological manipulation. I suggest that magic derives from play. When children play, they provide a continuous stream of commentary on their behaviour. This commentary frames their actions, divides it up into segments, define momentary goals, and so on. (...) the relation between reality and commentary in play and in magic-making remain essentially akin; since the play-commentary invariably

As possibilidades de analogia entre os algoritmos e os feitiços, rituais ou orações são gigantescas: a ideia da catedral computacional de Bogost (2015), a relação do código com a magia utilizada por Finn (2017), e o misticismo presente nos “feitiços sussurrados” de Marenko (2019). A visão de magia como comentário, adjunto à tecnologia pode funcionar como uma visão interessante da própria construção destas tecnologias algorítmicas. Ser capaz de consolidar um conhecimento sobre a construção e utilização desse algoritmo, tal qual uma espécie de documentação acessível, pode ser um elemento relevante no design algorítmico. Ao construir um website, por exemplo, é possível manter no código comentários que não são processados ou renderizados em nenhum tipo de *output*, mas são visíveis a todos que acessam o código-fonte de uma determinada página. De modo, geral, essa inspeção de código-fonte é liberada a todos já que as linguagens mais popularmente utilizadas para marcação hipertextual permitem códigos abertos.

O universo de analogias e alegorias para expressar os aparatos computacionais, virtuais e digitais é vasto. Ao longo da história, recorreu-se rotineiramente aos simbolismos que buscavam facilitar a ambientação dos usuários com elementos que já lhe eram familiares. Os ícones de cartas, casas e carrinhos de compra são expressões simples dos produtos de comandos possíveis.

Sob a ótica de Gell (1988), é possível dizer que esse uso simbólico da linguagem em uma relação com a tecnologia expressa uma mágica? Parece interessante avaliar como exemplos dessas analogias podem conter aspectos dessa mágica simbólica de Gell (1988), mas também reforçar aspectos mágicos, como aqueles dificilmente interpretáveis ou incompreensíveis à cognição humana.

O termo *cloud*, que faz referência a uma nuvem, busca descaracterizar a memória dos dispositivos como algo físico ou concreto (MOSCO, 2016). Além de reforçar uma imagem positiva e natural, a nuvem representa a própria leveza potencial como resultado em nossos dispositivos, enquanto oculta um aspecto (muito) físico. Os enormes *data centers* que armazenam e processam diuturnamente uma quantidade de dados cada vez maior oriunda dos nossos dispositivos móveis e “conectados à nuvem” exigem muito mais energia e geram muito mais impacto ambiental do que as estruturas conectadas. É um dos

---

idealizes the situation, going beyond the frontiers of the merely real. When a child asserts that he is an aeroplane (with arms extended, and the appropriate sound effects and swooping movements) the commentary inserts the ideal in the real, as something which can be evoked, but not realized.”

motivos pelo qual a indústria que mais emite carbono no globo vive uma aceleração. Nossos mecanismos e dispositivos tão digitais e aparentemente desconectados dos problemas ligados a sustentabilidade são, de alguma maneira, movidos a carvão (MOSCO, 2016).

Se retornar à fase mágica de Simondon (2017) significa unir os referidos aspectos da fé (religião) nos algoritmos bem como sua evolução técnica, esse retorno poderia ser uma nova leitura da singularidade, defendida por Kurzweil (2005)? Essa fase mágica, ainda será marcada pela reticulação “de pontos privilegiados de troca entre o ser e o ambiente” (SIMONDON, 2017, p. 411) e permitirá uma nova bifurcação, como a propiciada com a relação figura e fundo entre tecnologia e religião? Marenko (2019) entende que os algoritmos podem ser compreendidos, intuitivamente, como esses pontos-chave capazes de construir a reticulação mencionada por Simondon.

Considerando que Simondon estava pensando em pontos naturais como montanhas, vales e florestas, desejo levar essa imagem adiante e postular que os espelhos negros de nossas telas digitais são os portais para uma *nova reticulação mágica*, com algoritmos como pontos salientes. Se essa intuição for válida, então os algoritmos devem ser investigados para verificar se sua agência autônoma crescente e a incerteza digital resultante podem efetivamente estar levando a um novo universo mágico.<sup>100</sup> (MARENKO, 2019, p. 214)

Independentemente da nomenclatura e da corrente de pensamento, é possível afirmar que algoritmos são agentes no processo de construção de novas realidades (FINN, 2017; MARENKO, 2019). Perceber e entender como atuar nesses processos pode ser a maior das contribuições humanas na era do algoritmo. Essas noções mágicas podem ser altamente nocivas para o trabalho de conscientização e letramento, que ainda será abordado no próximo capítulo, mas são igualmente relevantes para análise pois podem sintetizar um modelo relacional humano-tecnologia que suscita a potencialidade de impactos nos mais diversos aspectos da sociedade.

(...) operacionaliza-se um mundo povoado por dispositivos autônomos de processamento de informação, isto é, por dispositivos não-humanos aos quais, pela sua capacidade de *ler* e *escrever*, é atribuída inteligência e agenciamento próprio, ao mesmo tempo que, através da sua face virtual, são projectados para o vasto e indefinido conjunto de tudo aquilo que está a converter o mundo em informação e a reconstruí-lo, magicamente, como um novo ambiente artificial. (BOGALHEIRO, 2021, p. 65)

---

<sup>100</sup> Tradução do autor para “Whereas Simondon was thinking about natural points such mountains, valleys, and forests, I wish to push this image further and postulate that the black mirrors of our digital screens are the portals into a new magical reticulation, with algorithms as the salient points. If this intuition is valid, then algorithms must be investigated to verify whether their increasing autonomous agency and resulting digital uncertainty can effectively be leading to a new magical universe.”

As noções relacionais entre tecnologia e magia ou tecnologia e encantamento não são novas, mas o que se busca problematizar é a conjunção de um novo contexto que permite analisar alguns fatores como a invisibilidade e a inescrutabilidade como características tecno-mágicas/tecnoencantatórias que reforçam a inacessibilidade de códigos e métodos utilizados em algoritmos que são utilizados em situações que afetam pessoas diretamente, diuturnamente. Para compor esse exercício, um breve retorno à analogia do espelho pode potencializar algumas dessas percepções ou abrir um espaço especulativo interessante.

#### 4.3.1 Entre tijolos, espelhos e cristais

O espelho, sem dúvidas, é capaz de expressar a noção relacional de tecnologia e magia, não somente mas também sob a visão de Alfred Gell. A evolução dos processos físicos que permitiram com que vidro, carbonetos e prata, por exemplo, resultassem em um material capaz de gerar reflexão é deslumbrante. Talvez por isso, o espelho era objeto de desejo do lado mais primitivo nos encontros com populações mais civilizadas<sup>101</sup>, como é amplamente narrado nas abordagens sobre o escambo entre a população indígena e os portugueses que atracaram no que hoje é território brasileiro.

Em conjunto com a proeza que é capaz de executar sem a utilização de qualquer recurso adicional além da luz para que se possa enxergar o que é refletido, o espelho inspirou diversas lendas e continua presente em alguns rituais reproduzidos até hoje em certas culturas.

Desde o escudo de Perseu, capaz de derrotar Medusa, passando por Narciso e Branca de Neve, os espelhos também são conhecidos no âmbito místico como verdadeiros portais para outras dimensões e realidades. As práticas de magia com espelhos, conhecidas como Catoptromancias, não possuem uma origem definida, mas engloba teorias que passam por gregos, babilônios e bizantinos (HALLIDAY, 1932).

Para além dos efeitos em vampiros e demônios e das superstições como as dos sete anos de azar, o espelho representa divindades como o *Tezcatlipoca*<sup>102</sup>, um dos três

---

<sup>101</sup> Uma pequena amostra do tipo de reação que um espelho poderia causar é observável neste trecho de um vídeo que exibe registros de uma expedição que, teoricamente, teria feito os primeiros contatos com a tribo dos “Toulambis” em 1976, no território de Papua-Nova Guiné. Disponível em: <https://youtu.be/xd0I1xAlCOc?t=1081>. Acesso em: mai. 2022.

<sup>102</sup> Mais informações disponíveis em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Tezcatlipoca>.

grandes deuses da mitologia asteca, e também são mencionados em rituais de alguns sistemas de crença; como no luto judeu, em que os espelhos devem ser cobertos por um período de tempo determinado.

Além do imaginário místico, o espelho também é comum aparato tecnológico para espetáculos de magia. Aqui, como uma potencial inversão ao argumento de Gell (1988), em contexto totalmente diferente, a tecnologia se torna auxiliar à magia em apresentações e atrações do chamado ilusionismo.

O potencial ilusório de um espelho, já abordado no capítulo 3, é um dos alicerces da proposta da “caixa espelhada”. Bem como sua própria natureza reflexiva permite algumas explorações ilustrativas que podem trazer pontos interessantes na argumentação sobre a caixa espelhada.

Em meio às justificativas já propostas para a ilustração conceitual supracitada, a noção de “abertura” em Simondon (2012; 2017) interessa para o debate. Para o autor, a ideia de abertura permitiria uma atualização constante entre a máquina e seu *milieu* (SIMONDON, 2012, p. 12). Seria ainda, essa abertura, “o sinal de perfeição da mentalidade técnica” (SIMONDON, 2012, p. 13).

Sobre o objeto técnico fechado, Simondon afirma:

O objeto fechado é aquele que está inteiramente constituído no momento em que ele está pronto para ser vendido; a partir desse momento da mais alta perfeição possível, o objeto só pode ser usado, se degradar, perder suas qualidades, até a desmontagem final e o retorno ao estado de peças destacadas.<sup>103</sup> (SIMONDON, 2014, p. 60)

Ao elaborar o conceito de “máquina aberta”, em sua obra sobre o MEOT (2017), é possível prever o quanto Simondon estaria insatisfeito com a obsolescência programada. Na perspectiva simondoniana, esta máquina seria definida por uma margem de indeterminação que a faria capaz de se tornar sensível ao exterior, de gerar novas conexões informacionais e com outros sistemas, permitindo sua própria reconfiguração (SIMONDON, 2017, p. 18).

Essa capacidade de atualização constante, caracterizada como abertura, seria muito dificilmente aplicada a uma *black-box*. De modo geral, parece incongruente com qualquer caixa. Mas, se a “caixa espelhada” é capaz de manter seus *outputs* em constante mudança

---

<sup>103</sup> Tradução do autor para “L'objet fermé est celui qui est entièrement constitué au moment où il est prêt à être vendu; à partir de ce moment de la plus haute perfection possible, l'objet ne peut être utilisé, s'il se dégrade, perd ses qualités, que jusqu'au démontage définitif et retour à l'état de pièces détachées.”

de acordo com seus *inputs*, seria possível enxergar uma abertura simondoniana na mesma?

Essa abertura é crucial para que se compreenda o conceito de modulação em Simondon, já abordado brevemente também no capítulo 3 desta tese. É importante e interessante adicionar neste ponto a ideia simondoniana de fases para que a noção de reflexo na modulação possa ganhar um pouco mais de corpo.

Assim como o estado gasoso da água só se define como tal com base na existência de um estado líquido e/ou um sólido, um reflexo só existe em relação a uma imagem original, potencial objeto da reflexão. Neste caso, é importante lembrar que além da simples reflexão, os espelhos podem gerar distorções ou outros tipos de imagens especulares de acordo com sua forma (ECO, 1989, p. 14). É assim, por exemplo, que eram conduzidos – ao menos até os anos 1990 – os “truques de magia” em que homens e mulheres se tornavam feras aos olhos nus do público.

É interessante, ainda, perceber como o espelho pode ganhar uma dimensão midiática, impossível de ser atribuída à caixa opaca. Assim, como nas atrações com salas de espelhos, presentes em alguns parques de diversões, o potencial de entretenimento e modulação da realidade é perceptível na formação de imagens especulares. Tanto nos algoritmos como nos espelhos, o produto é dependente das individualidades humanas que com eles interagem ou por eles são “afetados”.

Os exemplos materiais utilizados por Simondon buscam marcar posições importantes para a compreensão de seu pensamento. Tanto ao descrever um esquema que “complete” o hilemorfismo aristotélico (SIMONDON, 2020) como ao descrever as relações entre indivíduo e meio (*milieu*) nos processos de individuação (SIMONDON, 2009, 2020), Simondon não está fazendo caracterizações necessariamente biológicas. O ser vivo não está no centro da filosofia simondoniana, mas muito dos fenômenos descritos pelo autor se relacionam e se aplicam aos viventes. E, para Simondon, essa por si só é uma questão de grande alcance filosófico (SIMONDON, 2020, p. 55).

Em uma das críticas diretas de Simondon à perspectiva hilemorfista, onde forma e matéria são os constituintes básicos de toda e qualquer substância individual, emerge um de seus exemplos mais clássicos:

Ora, na operação técnica que faz nascer um objeto com forma e matéria, como um tijolo de argila, o dinamismo real da operação está bem longe de poder ser representado pelo par forma-matéria. A forma e a matéria do esquema hilemórfico

são uma forma e uma matéria abstratas. O ser definido que se pode mostrar, este tijolo secando sobre esta prancha, não resulta da reunião de uma matéria qualquer e de uma forma qualquer. Que peguemos areia fina, molhando-a e colocando-a num molde de tijolos; na desmoldagem, obteremos um monte de areia, e não um tijolo (...) Para que possa haver *um* tijolo paralelepípedo, um indivíduo existindo realmente, é preciso que uma *operação* técnica efetiva institua uma mediação entre uma determinada massa de argila e essa noção de paralelepípedo. (SIMONDON, 2020, p. 40)

Ao descrever detalhada e enciclopedicamente o processo de fabricação de um tijolo, Simondon vai construindo uma visão processual, envolvendo todos os preparos da argila, mas também do próprio molde (SIMONDON, 2020, p. 40-43). Nesses processos de transformação, há um elemento fundamental que, sob a ótica do autor, falta à construção do esquema hilemórfico.

É a repartição da energia que é determinante na tomada de forma, e a conveniência mútua da matéria e da forma é relativa à possibilidade de existência e aos caracteres desse sistema energético. A matéria é aquilo que veicula essa energia, e a forma é aquilo que modula a repartição dessa mesma energia. A unidade matéria-forma, no momento da tomada de forma, está no regime energético. O esquema hilemórfico retém apenas as extremidades daquelas duas semicadeias que a operação técnica elabora; o esquematismo da própria operação é velado, ignorado. Há um buraco na representação hilemórfica, fazendo com que desapareça a verdadeira mediação, a própria operação (...). (SIMONDON, 2020, p. 50)

De maneira entrelaçada, o autor também está atribuindo sentidos relacionais e característicos aos processos de moldagem, modelagem e modulação. As três noções, abordadas de maneira muito breve na página 53 dessa tese, ganham importância quando Simondon avança na discussão sobre os processos de individuação dos seres vivos. Tomando moldagem e modulação como dois casos-limite, e a modelagem como caso médio (SIMONDON, 2020, p. 52), o autor elabora uma aproximação a noção de modulação à de um molde contínuo e, dialogando com a individuação de seres vivos estabelece uma relação temporal que permite diálogo com a constante atualização presente, potencialmente, em humanos, algoritmos e espelhos.

(...) no ser vivo, a individuação não é produzida por uma única operação confinada no tempo; para si mesmo, o ser vivo é parcialmente seu próprio princípio de individuação; ele continua sua individuação, e o resultado de uma primeira operação de individuação, em vez de ser apenas um resultado que progressivamente se degrada, devém princípio de uma individuação ulterior. A operação individuante e o ser individuado não estão na mesma relação que no interior do produto do esforço técnico. O devir do ser vivo, em vez de ser um devir de pós-individualização, é sempre um devir entre duas individuações; o individuante e o individuado estão no vivente em relação alagmática prolongada. No objeto técnico, essa relação alagmática existe apenas num instante, quando duas semicadeias são soldadas uma noutra, isto é, quando a matéria toma forma. (SIMONDON, 2020, p. 54-55)

O devir interindividual de Simondon reforça a noção de modulação como um continuum, uma atualização constante tal qual o próprio potencial da máquina aberta, neste

trabalho também relacionada à capacidade de atualização contínua dos espelhos e sua relação indissociável da matriz, ainda que possa não ser uma duplicata perfeita.

Um famoso spinozista, que se dedicou longamente à psicanálise, formulou uma representação simbólica interessante neste ponto do texto em que se busca uma relação conceitual e eventualmente visual de algumas analogias e metáforas. Jacques Lacan introduzia, em 1949, a concepção do “Estádio do Espelho”, uma metáfora que envolve processos psíquicos relacionados à subjetivação.

Basta conhecer o estádio do espelho *como uma identificação* no sentido pleno que a análise dá a este termo: a saber, a transformação produzida no sujeito quando assume uma imagem, cuja predestinação a este efeito de fase está suficientemente indicada pelo uso, na teoria, do termo antigo de *imago*. (LACAN, 1998, p. 96)

Trata-se de um complexo processo que, segundo Lacan (1998), toma lugar entre os seis e dezoito meses de vida do “filhote de homem”<sup>104</sup>, e se baseia na percepção do bebê enquanto indivíduo e também sujeito. Já que, além de configurar um estágio de maturação cognitiva onde o ser é capaz de se identificar fisicamente como parte separada de, por exemplo, sua mãe, também desenvolve uma percepção consideravelmente complexa de que a imagem no espelho é, e ao mesmo tempo não é, ele.

Esse ato, com efeito, longe de esgotar-se como no macaco no controle uma vez adquirido da inanição da imagem, logo repercute na criança em uma série de gestos, nos quais ela experimenta ludicamente a relação dos movimentos assumidos da imagem com seu meio ambiente refletido e desse complexo virtual com a realidade que ela reduplica, ou seja, com seu próprio corpo e com as pessoas, e também com os objetos que se encontram junto a ela. (LACAN, 1998, p. 96)

Com base na citação acima, bem como em outros do mesmo texto de Lacan, que ele não se refere necessariamente a um espelho real. O autor utiliza uma metáfora dentro da metáfora, para expressar que esse reflexo pode ser fruto de outros tipos de percepção como a visão do outro sobre esse ser.

Bem como realizado por Simondon, Lacan também se vale da *Gestalt* para compor algumas estruturas conceituais e processuais desse “estádio”:

(...) esta forma situa a instância do eu, desde antes de sua determinação social, em uma linha de ficção, irreduzível para sempre apenas pelo indivíduo – ou antes, que somente assintoticamente se juntará ao vir a ser do sujeito, qualquer que seja o êxito das sínteses dialéticas por meio das quais tem de resolver enquanto [eu] sua discordância com sua própria realidade. É que a forma total do corpo, pela qual o sujeito antecede em uma miragem a maturação de sua potência, não lhe é dada senão como *Gestalt*, quer dizer, em uma exterioridade onde certamente essa forma é mais constituinte do que constituída. Mas, sobretudo, em uma exterioridade onde

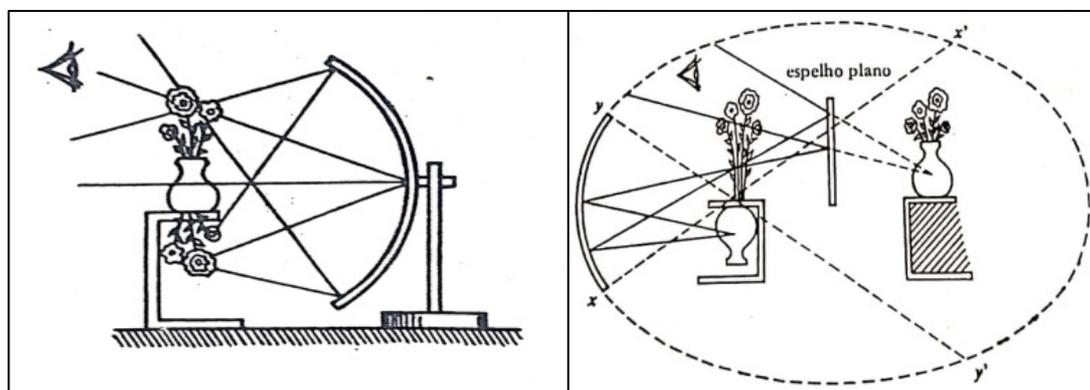
---

<sup>104</sup> Expressão utilizada por Lacan (1998, p. 96).

ela lhe aparece num relevo de estatura que a imobiliza e sob uma simetria que a inverte, em oposição à turbulência de movimentos com os quais ele tenta animá-la. (LACAN, 1998, p. 97)

A percepção deste “eu” na relação com o exterior é entendida como um estágio de maturação, mas também poderia, segundo Lacan, revelar ou começar a revelar algumas questões a respeito do narcisismo e da angústica, que não serão aprofundadas aqui dado o escopo pretendido para o trabalho. Para ilustrar de maneira esquemática como as possíveis associações e dissociações se formaria, ainda que de forma metafórica, Lacan recorreu à uma adaptação da “experiência do buquê invertido”, de Henri Bouasse. A Figura 15 exibe uma representação justaposta da experiência original de Bouasse (à esquerda) e da adaptação proposta por Lacan (à direita).

Figura 15 – Experiência do buquê invertido: original (esquerda) e adaptação (direita).



Fonte: Adaptado de LACAN, [1953-1954] 1986 apud PENA, 2019.

Os esquemas se valem de espelhos para formar imagens especulares que variam de acordo com o ângulo de visão do observador. Além disso, o espelho côncavo, capaz de inverter a imagem é utilizado como meio de desfazer ou remontar uma ilusão (dependendo do ponto de vista). O potencial encaixe e desencaixe de “peças”, figuras e planos de fundo representariam as associações e dissociações do sujeito, sob uma perspectiva que dialoga amplamente com a *Gestalt*.

O espelho côncavo representa o ponto de vista do “eu” a ser potencialmente refletido, e a posição do olho na primeira ilustração representa um olhar externo, do outro. Na adaptação de Lacan, o acréscimo do espelho plano representa a mudança do olhar de um observador externo para um olhar do próprio “eu”, esquematizado agora como um observador de si (potencialmente).

Os experimentos de Lacan, a partir de Bouasse, demonstram uma capacidade, ainda que metafórica, de percepção individualizadora, mas também ainda fragmentada do

“eu”. Essa fragmentação é bastante diferente do produto de uma experiência possível com vários espelhos, seja gerando projeções que tendem ao infinito (como já abordado exemplo da espiral de recursividade) ou projeções justapostas, replicadas, de acordo com a quantidade de interações entre os reflexos.

Aqui, a metáfora do espelho, em sua multiplicidade, pode ser associada à ideia de dividação, presente no “*Post-scriptum* sobre as sociedades de controle”, de Gilles Deleuze.

Nas sociedades de controle, ao contrário, o essencial não é mais uma assinatura e nem um número, mas uma cifra: a cifra é uma senha, ao passo que as sociedades disciplinares são reguladas por palavras de ordem (tanto do ponto de vista da integração quanto da resistência). A linguagem numérica do controle é feita de cifras, que marcam o acesso à informação, ou a rejeição. Não se está mais diante do par massa-indivíduo. Os indivíduos tornaram-se “dividuais”, divisíveis, e as massas tornaram-se amostras, dados, mercados ou “bancos”. (DELEUZE, 1990, p. 220)

Diferentemente das analogias e metáforas objetuais de Simondon e de Lacan, Deleuze não utiliza (ao menos neste contexto) um objeto ou material para ilustrar o conceito de “dividual”, apenas relacionando o termo a massas “amostras, dados, mercados ou ‘bancos’”. Mas, é perceptível em seu texto como o cenário da aceleração computacional é um dos planos de fundo do desenho da sociedade de controle (DELEUZE, 1990).

Tomando a figura de um cômodo com mais de um espelho, ou mesmo de uma caixa espelhada, da qual se possa ver ao menos duas faces, emerge a possibilidade de múltiplas imagens especulares, deformadas ou com vínculo mais fidedigno à matriz; sempre conectadas a essa matriz.

Propõe-se que, extrapolando a simples contraposição com a “caixa-preta”, a alegoria da caixa espelhada possa ser pensada como uma representação dessa interface algorítmica, capaz de conectar dimensões potencialmente individualizadoras e dividualizadoras, formando potencial e continuamente uma construção do ser individualizado, enquanto na mesma lógica modulatória, potencialmente fragmenta esse ser, como uma dissociação planejada.

Como nas noções catoptrômicas que vinculam a ideia de espelhos a portais, é possível pensar em como a representação de um ser nas mídias digitais pode variar de acordo com o meio em que atua. Um ser humano de quinze anos pode usar seu perfil sem referência ao nome no Discord para aprender sobre armas e demonstrar com mais liberdade seu gosto pela violência; enquanto usa o Instagram como um perfil visível aos

seus pais e compartilhar seus gostos musicais ou memes inofensivos; ao passo que exhibe suas ilustrações e desenhos de seu personagem favorito em um perfil que usa alguma variação do próprio nome do personagem, no TikTok; e ao mesmo tempo mantém um canal ativo no YouTube, onde transmite *gameplays* e interage com outros jogadores de forma mais assíncrona, e mais contida do que no Discord.

Por meio de Simondon, podemos propor uma leitura onde algoritmos são os pontos-chave de “reticulação” (SIMONDON, 2009; 2017). Para além dos seres vivos e seus processos contínuos de individualização, seria possível compor esse esquema posicionando os algoritmos como o ponto de contato com o ambiente?

Entendendo que, no contexto digital, os algoritmos são partes constituintes de uma cultura própria (FINN, 2017), mas também da própria rede que integram, projeta-se aqui a ideia de que algoritmos e humanos se modulam, potencialmente. As preferências de um usuário são *inputs* para o algoritmo de uma rede social, bem como os *outputs* gerados por essa rede servem como *inputs* para esse usuário, e essas preferências alimentam novamente o sistema como *inputs*.

Meio e ser, com suas potências, se formam, continuamente abertos, de modo que o *loop* é a modulação e a modulação é o *loop*. E como último recurso metafórico ou alegórico de modo a cumprir o pretendido neste ponto da tese, evoco a “gênese do cristal” em Simondon (2009) como capaz de representar essa formação de um sistema individual e seu meio. Além da gênese individual e de suas relações entre forma, matéria e energia, Simondon explorava uma relação interessante sobre a conjugação indivíduo-ambiente. Aqui, os tijolos e moldes dão lugar a processos caracterizados pela essência de um ambiente natural, como o exemplo de cristalização.

Um cristal que, a partir de uma semente muito pequena, cresce e se expande em todas as direções em seu líquido-mãe supersaturado fornece a imagem mais simples da operação transdutiva: cada camada molecular já constituída serve de base organizadora para a camada que está sendo formada. O resultado é uma estrutura reticular amplificadora. A operação transdutiva é uma individuação em andamento (...).<sup>105</sup> (SIMONDON, 2009, p. 11)

O conceito simondoniano de transdução descortina um estado de metaestabilidade que só é alcançado por uma espécie de “gatilho”. Na citação acima, podemos entender

---

<sup>105</sup> Tradução do autor para “A crystal that, from a very small seed, grows and expands in all directions in its supersaturated mother liquid provides the most simple image of the transductive operation: each already constituted molecular layer serves as an organizing basis for the layer currently being formed. The result is an amplifying reticular structure. The transductive operation is an individuation in progress (...).”<sup>105</sup>

uma água intensamente fria como a situação limite para que a operação transdutiva ocorra. Nesse contexto, qualquer poeira ou partícula mínima tem potencial para disparar um processo de formação de um cristal de gelo. Nas palavras de Simondon (2009, p. 11), transdução significa “uma operação(...) pela qual uma atividade se propaga de um elemento para o outro, dentro de um determinado domínio, e fundamenta essa propagação em uma estruturação do domínio(...)”<sup>106</sup>

Há nesse processo categorizado como de individuação, uma nova visão de construção recursiva: a operação que caracteriza a gênese do indivíduo, também dá origem ao meio propício a uma nova individuação.

(...) aquilo que a individuação faz aparecer não é apenas o indivíduo, mas também o par indivíduo-ambiente. O indivíduo é assim relativo em dois sentidos, tanto porque não é todo o ser, como porque é o resultado de um estado do ser em que não existia nem como indivíduo, nem como princípio de individuação.<sup>107</sup>  
(SIMONDON, 2009, p. 5)

Essa caracterização da existência de um pré-individual e do que podemos chamar aqui de sequência de transduções também traz luz às questões suscitadas por Parisi (2013; 2016; 2020) e Hayles (2014). Seria possível assumir processos de individuação algorítmica ou maquínica em uma analogia ao processo de cristalização, tomando por base esse processo transdutivo. Códigos com capacidade de gerar novos códigos, que de maneira recursiva se adaptam ao seu *milieu* e este se adapta a cada nova individuação codificada.

Para além das abstrações metafísicas e maquínicas, o “gatilho reverso” ou o que permite a parada da cristalização é o retorno à estabilidade. As condições externas ao externo ou o ambiente do ambiente é onde ocorre a mudança necessária para que não haja mais transdução, por exemplo. No caso dos espelhos, a variação dos *outputs* – mas não da própria natureza reflexiva – está no ângulo ou direção do observador. Contudo, não é possível deixar que toda essa imersão em níveis subatômicos, pré-individuais ou moleculares nos afaste da ideia do material constituído: os espelhos em forma de caixas inacessíveis quando não relativamente invisíveis diante dos seres vivos cada vez mais dependentes dos produtos de suas potenciais reflexões, individualidades e da profusão de realidades modulada por eles.

---

<sup>106</sup> Tradução do autor para “an operation (...) by which an activity propagates itself from one element to the next, within a given domain, and founds this propagation on a structuration of the domain (...)”

<sup>107</sup> Tradução do autor para “that which the individuation makes appear is not only the individual, but also the pair individual-environment. The individual is thus relative in two senses, both because it is not all of the being, and because it is the result of a state of the being in which it existed neither as individual, nor as principle of individuation.”

Se nesse processo catóptrico se tornará humanamente impossível enxergar através do espelho, e recorrer a catoptrópticas não ajudará a abordar os problemas que se colocam diante da humanidade de forma prática, precisamos intervir no processo de forja dessas caixas, formando um sistema dióptrico. A abordagem do capítulo 5, mais prática, busca entender quais são as possíveis abordagens e discussões válidas para que caixas espelhadas e opacas possam ser cada vez mais translúcidas. Sem a menor pretensão de que quaisquer discussões aqui apresentadas solucionarão todos os problemas até aqui apresentados, o capítulo seguinte tem foco na questão da compreensibilidade e na busca por algumas caracterizações ligadas aos processos e à relação entre humanos e algoritmos.

## **5. PROJETANDO O LOOP: HUMANIDADE E ALGORITMOS**

Como explorado no decorrer do capítulo ora apresentado, a ideia de loop é amplamente conectada analogamente aos processos de desenvolvimento algorítmico, especialmente os relacionados a algoritmos de aprendizado de máquina. Em algumas das mais recentes informações científicas que buscam conectar a humanidade com estes processos de desenvolvimento (HOLZINGER et al., 2019; YU et al., 2020; MOSQUEIRA-REY, et al., 2023), contribuindo com a busca de construções e produtos mais responsáveis nos diversos aspectos já citados no capítulo 1, o conceito de “Human-in-the-loop machine learning” (HITL-ML) aparece como uma alternativa de design.

O capítulo é dividido em três partes, dedicadas a abordar: o campo da Interação Humano-Algoritmo como uma área que representa bem o ponto focal da pesquisa apresentada e um subcampo da Interação Humano-Computador capaz de carregar consigo questões altamente relevantes para os problemas já suscitados até aqui; a Alfabetização Midiática e Informacional como um campo tecno-educacional com o potencial hipotético de facilitar questões relacionadas à explicabilidade algorítmica e, em última instância, sua compreensibilidade; e, por fim, a Design Science Research como um caminho metodológico potencialmente aplicável aos processos de desenvolvimento algorítmico e seus modelagens.

Os três temas aqui abordados compõem, portanto um corpo de temas cujas aplicabilidades e funcionalidades serão verificadas junto às questões e problematizações levantadas até o momento.

### **5.1 Interação Humano-Algoritmo: um caminho para abordagens**

O conceito de "Human-Algorithm Interaction", daqui em diante referido como Interação Humano-Algoritmo (IHA) se refere às interações entre seres humanos e algoritmos em diferentes contextos, como por exemplo, em sistemas de recomendação, assistentes pessoais virtuais, sistemas de avaliação automatizada, sistemas de apoio à produção, entre outros. A IHA é um campo de estudo interdisciplinar que envolve diversas áreas, tais como Ciência da Computação, Psicologia, Sociologia, Antropologia, Design e Filosofia.

A IHA tem como objetivo compreender como as pessoas interagem com algoritmos e como essas interações afetam o comportamento humano e a tomada de decisões. Além disso, também busca desenvolver interfaces mais efetivas e transparentes para que pessoas possam compreender e, eventualmente, controlar melhor as decisões tomadas por algoritmos.

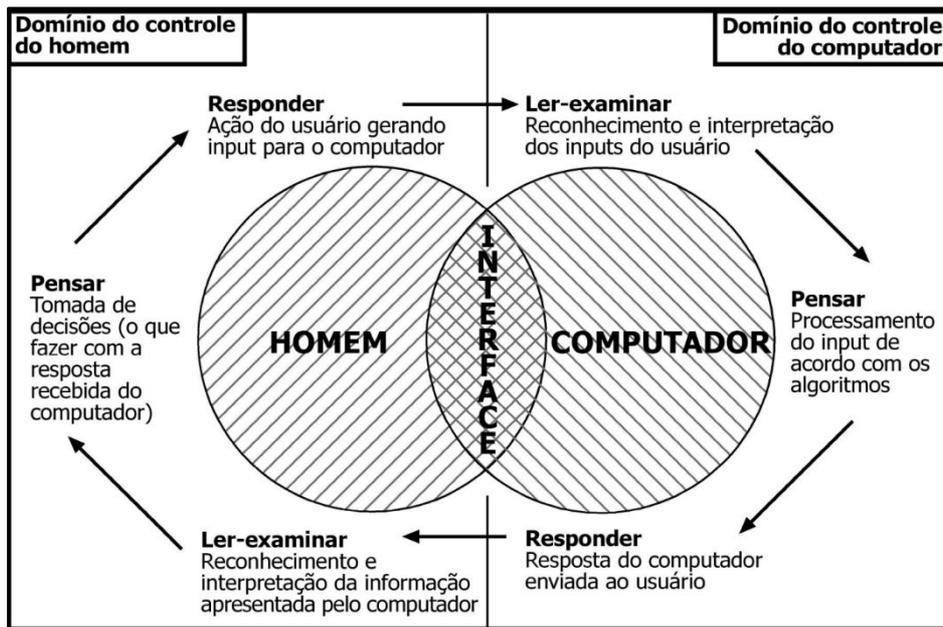
Algumas das questões centrais da IHA incluem a transparência e explicabilidade dos algoritmos, a justiça e equidade nas decisões automatizadas, a privacidade e segurança dos dados pessoais, e o papel dos seres humanos na supervisão e controle dos sistemas automatizados. O motivo de ser um campo ainda não abordado na presente tese, apesar ter muitos de seus assuntos-chave anteriormente abordados, é que o tema será abordado em uma perspectiva mais projetual, com relações e conexões diretas a métodos e diretrizes conceituais e práticas para o desenvolvimento de algoritmos mais compreensíveis.

A partir de alguns pressupostos recuperados a partir de bibliografias sobre Interface Humano-Máquina (ou Homem-Máquina, como boa parte das obras sobre o tema sugerem) e Interação Humano-Computador, somados ao contexto e conceitos apresentados mais amplamente no primeiro capítulo deste trabalho, este tópico carrega consigo o intuito de apresentar a IHA como um desdobramento possível dos campos supracitados, de modo a aportar de maneira mais direta as questões algorítmicas aqui discutidas.

Na base da Interação Humano-Computador, como afirma Mayhew (1992) está uma determinada alternância de controle dos processos, entre usuário e o computador. Segundo o que denominou de “modelo de três fases”, apresentado na Figura 16 – a seguir -, a autora sistematiza processos humanos e computáveis aproximando-os de modo a compará-los, mas ainda com uma intenção de tornar evidentes suas diferenças.

O modelo esquemático de Mayhew possibilita algumas observações importantes a respeito do próprio algoritmo e de suas peculiaridades e possibilidades enquanto objeto interativo. De acordo com o que a autora apresenta, o algoritmo integra o modelo computacional em uma das fases descritas pela mesma: o pensar. Se diretamente comparada ao lado oposto da imagem, humano; onde tal ato cognitivo equivale a uma determinada tomada de decisão, o algoritmo poderia se enquadrar, sem muitas dúvidas, em todos os espectros contextuais amplamente citados no passado contextual da presente obra.

Figura 16 – Modelo de três fases da Interação Humano-Computador.



Fonte: MAYHEW, 1992.

Ao mesmo tempo, o modelo de Mayhew que permite tal visão comparativa ainda no início dos anos noventa, também afasta a possibilidade de interação direta do humano com deste objeto algoritmo. Cabe aqui questionar se a própria Interação Humano-Computador não seria capaz de contemplar as questões algorítmicas, objetos desta tese. Um questionamento válido, porém capaz de permitir uma distanciamento das questões mais atuais sobre explicabilidade, auditabilidade, transparência e sobre visibilidade e compreensibilidade.

Ao “encapsular” o algoritmo em um computador e, somente a partir deste, uma interface de comunicação, o modelo de Mayhew, apesar de representar o algoritmo de maneira bastante relevante, o afasta da ideia de interação. Obviamente, interagimos com algoritmos a partir de computadores e suas interfaces físicas e gráficas, porém assim também acontece com aplicativos diversos, jogos eletrônicos e websites. Cabe aqui destacar que a própria natureza abstrata, mesmo para os parâmetros virtuais, do algoritmo permite essa construção de obstáculos cognitivos, de modo que, de verdade, não interagimos fisicamente com algoritmos, e nem mesmo virtualmente. Tal como a energia elétrica impacta nossas vidas cotidianamente, e interagimos diretamente somente com suas interfaces, sejam lâmpadas ou sanduicheiras, percebemos o impacto dos algoritmos por meio dos diferentes dispositivos, softwares e aplicações com os quais interagimos.

De maneira distinta ao que sabemos a respeito de como se dá o direto contato do ser humano com a energia elétrica, bem como as possíveis consequências de tal contato, nem mesmo é possível afirmar o que configuraria tal contato com um algoritmo. Ser capaz de ver um código fonte? Ser capaz de entender tal código? Simplesmente ser afetado por esse algoritmo de algum modo?

Para além da camada metafísica presente na discussão, alguns dos conceitos alcançados por campos como a Interação Humano-Computador e Design de Interação não podem ser aplicados à IHA. Boa parte dos estudos de Interface Humano-Máquina e Interação Humano-Computador abordam, por exemplo, a usabilidade como um dos atributos fundamentais para uma interação capaz de obter sucesso.

Em uma das primeiras aparições mais técnicas e explicadas do termo usabilidade, em um contexto social onde a computação já existia, a International Organization for Standardization (ISO), define usabilidade como “a capacidade do produto de software de ser compreendido, aprendido, operado e atraente ao usuário, quando usado sob condições especificadas” (ISO 9126-1, 1991).

De acordo com Jakob Nielsen (1993), os cinco pontos que caracterizam a usabilidade aproximam bastante o conceito da interação, e de um uso muito consciente de determinado artefato.

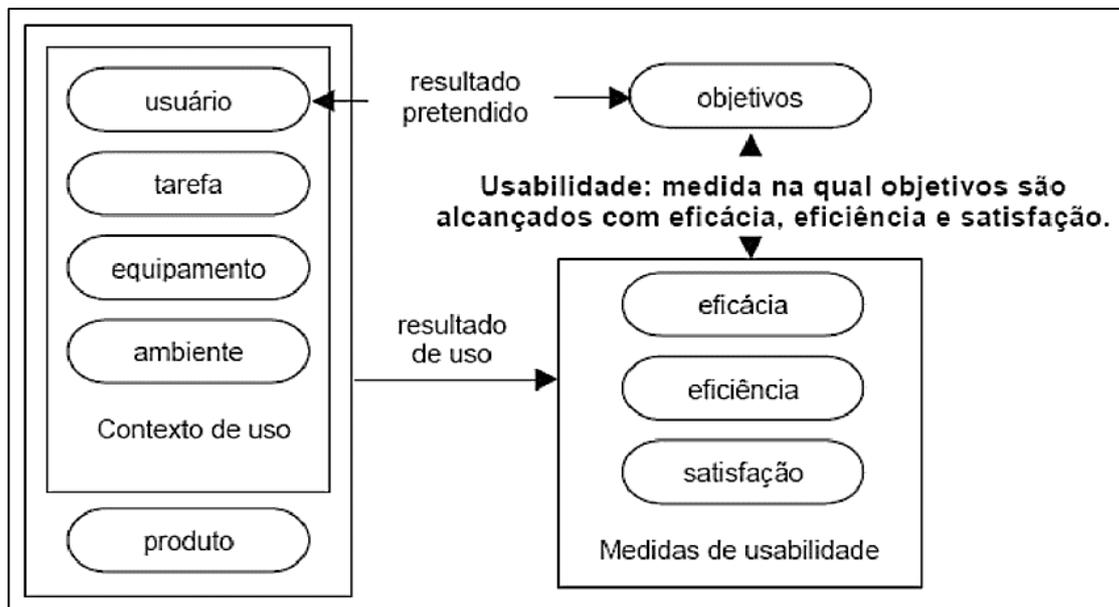
Facilidade de aprendizado: o sistema deve ser o mais simples possível e de fácil aprendizagem para que o usuário tenha a possibilidade de, sem demora, conhecer o sistema e desenvolver suas atividades; Eficiência de uso: o sistema deve ser hábil o suficiente para permitir que o usuário, tendo aprendido a interagir com ele, atinja altos níveis de produtividade no desenvolvimento de suas atividades; Facilidade de memorização: aptidão do usuário de regressar ao sistema e realizar suas tarefas mesmo tendo estado sem fazer uso dele por um determinado tempo; Baixa taxa de erros: em um sistema com poucos índices de erros, o usuário é capaz de realizar suas tarefas sem grandes problemas, recuperando erros caso aconteçam; Satisfação subjetiva: o usuário acha agradável a interação com o sistema e se sente particularmente satisfeito com ele. (NIELSEN, 1993, p. 26-27)

Tais tipos de conceituações e caracterizações, em torno da e da própria usabilidade, fluem com naturalidade nas obras que, de algum modo, têm em sua origem uma relação forte com a Engenharia e o próprio Design. Contudo, na medida em que expandimos uma visão para o campo do Design Centrado no Humano (DCH), algumas das noções muito mais relacionadas à cognição, à sociedade e, conseqüentemente ao humano, emergem (BARBOSA; SILVA, 2010). A própria definição de características da usabilidade a partir da ISO, ainda em 1991 apresenta aspectos relevantes em uma busca de recorte possível para a IHA:

Inteligibilidade: capacidade do produto de software de possibilitar ao usuário compreender se o software é apropriado e como ele pode ser usado para tarefas em condições de uso específicas; Apreensibilidade: capacidade do produto de software de possibilitar ao usuário aprender sua aplicação; Operacionalidade: capacidade do produto de software de possibilitar ao usuário operá-lo e controlá-lo; Atratividade: capacidade do produto de software de ser atraente ao usuário; Conformidade relacionada à usabilidade: capacidade do produto de software de estar de acordo com normas, convenções, guias de estilo ou regulamentações relacionadas à usabilidade. (ISO 9126-1, 1991)

Apesar de trazer uma característica como a atratividade, que parece considerar aspectos muito mais comerciais e corporativos do que os necessariamente humanos, a evolução da visão de usabilidade, ainda muito focada no sistema e mantendo o humano como uma das peças do contexto de uso, reforça uma visão técnica de um sistema baseado em uma tarefa e intenção de uso, conforme é possível perceber no esquema visual proposto pela ISO, conforme a Figura 17.

Figura 17 – Estrutura da Usabilidade.



Fonte: Adaptado de ISO 9241-11, 2018.

De modo a compreender a visão que não poderia cumprir o papel de abarcar humanos e algoritmos, cabe uma definição rápida dos elementos abordados de acordo com a ISO:

Eficácia: a exatidão e plenitude com as quais os usuários alcançam metas específicas; Eficiência: relação entre os recursos gastos e a exatidão e a plenitude com as quais os usuários alcançam as metas; Satisfação: liberdade de desconforto e atitude positiva ao uso do produto; Contexto de uso: características dos usuários,

tarefas, bem como os ambientes organizacionais e físicos; Meta: resultado esperado; Tarefa: atividade exigida para alcançar uma meta.<sup>108</sup> (ISO 9241-11, 2018)

De acordo com Buchanan (2001), o “Design Centrado no Humano pode ser utilizado em múltiplos campos, incluindo Ciências Sociais e Tecnologia. Ele tem sido notado por sua habilidade de considerar o papel da dignidade, do acesso e da habilidade humanas ao desenvolver soluções”<sup>109</sup>. A partir de uma visão mais social e intangível, ainda que mantendo uma perspectiva técnica dos problemas de Projeto/Design, outras áreas serão explorados neste tópico.

No escopo da presente pesquisa, as noções de uso e de usabilidade impõem alguns obstáculos conceituais para a compreensão do tipo de interação que constitui desejo de abordagem quando a IHA é citada. Para o melhor dimensionamento e recorte da IHA em vistas dos objetos propostos, cabe analisar brevemente os públicos potencialmente diretamente envolvidos em uma ação de caráter algorítmico.

Gleicher (2016) apresenta uma lista que evidencia os potenciais *stakeholders* envolvidos em um exemplo de aplicação algorítmica preditiva. O Quadro 2 - apresentado a seguir - foi montado a partir das explicações do autor.

Quadro 2 – Potenciais stakeholders em uma aplicação preditiva.

<b>Desenvolvedores</b>	Pessoas que constroem ferramentas e métodos destinados a trabalhar em uma variedade de problemas – por exemplo, um pesquisador que inventa novos algoritmos ou implementações.
<b>Cientistas de Dados</b>	Pessoas que fazem a construção do modelo. Essa função envolve o uso de ferramentas e métodos gerais de uma forma que é um pouco separada do domínio.
<b>Especialistas de Domínio</b>	Pessoas que 'têm o problema'. Eles geralmente encomendam a construção do modelo e consomem os resultados. Em campos que desenvolvem métodos gerais, como visualização ou estatística, essas pessoas são frequentemente chamadas de 'colaboradores de domínio'.

<sup>108</sup> Tradução do autor: “Effectiveness: the accuracy and completeness with which 24 users achieve specified goals; Efficiency: the resources expended in relation to the accuracy and completeness with which users achieve goals; Satisfaction: freedom from discomfort, and positive attitude to the use of the product; Context of use: characteristics of the users, tasks and the organizational and physical environments; Goal: intended outcome; Task: activity required to achieve a goal.”

<sup>109</sup> Tradução do autor para “Human-centered design may be utilized in multiple fields, including sociological sciences and technology. It has been noted for its ability to consider human dignity, access, and ability roles when developing solutions”.

<b>Audiência</b>	Pessoas que finalmente obtêm os resultados – por exemplo, a audiência do artigo de um cientista ou de um jornalista. A definição de público é obscurecida pelo fato de que muitos <i>stakeholders</i> diferentes podem ter ‘públicos’ e, de certo modo, os <i>stakeholders</i> downstream podem ser o público dos upstream (por exemplo, um cientista é o público de um construtor de ferramentas).
<b>Sujeitos</b>	Pessoas que são afetadas pelo modelo, mas não trabalharão diretamente com ele. Isso inclui, por exemplo, pacientes que podem receber cuidados aprimorados, porque os médicos (audiência) aprenderam com os resultados preditivos dos pesquisadores (especialistas no domínio) ou com os consumidores cujas ações estão sendo modeladas em pesquisas de marketing.

Fonte: Adaptado de GLEICHER, 2016, p. 78.<sup>110</sup>

As caracterizações de Gleicher (2016) abrem espaço para reforçar um ponto crucial na abordagem dos públicos potenciais. Muitas publicações no campo da IHA levam em conta estes diferentes públicos, mas proporcionam uma visão pouco aprofundada destes no processo relacional com o algoritmo, e em alguns casos, afastam o que Gleicher (2016) classifica como audiência e sujeitos.

Alguns modelos propostos, como o *FATE (Fair, Accountable, Transparent and Explainable)*, formulado por Shin (2020) servem de sustentação para alguns argumentos da IHA mas demonstram poucos desdobramentos e aplicações para estes públicos.

Trabalhos com grande foco no processo de Design (YU et al., 2020; LIAO et al., 2023) apresentam visões interessantes sobre práticas projetuais que serão abordadas ao fim do capítulo, mas de modo geral, não são capazes de considerar estes públicos como parte do processo.

Os campos que mais avançam nas discussões que incluem o humano como parte do processo, de maneira menos dependente de sua “hierarquia” em relação ao algoritmo,

---

<sup>110</sup> Tradução do autor para “Developers: people building tools and methods meant to work across a range of problems—for example, a researcher inventing new algorithms or implementations. Data scientists: people who do the model building. This role involves using the general tools and methods in a way that is somewhat detached from the domain. Domain experts: people who ‘have the problem.’ They often commission the model building and consume the results. In fields that develop general methods, such as visualization or statistics, such people are often referred to as ‘domain collaborators.’ The key distinction is that these stakeholders are primarily interested in the topic of the data, not the general problem of working with data. Audience: people who ultimately get the results—for example, the audience of a scientist’s paper or a journalist’s article. The definition of audience is clouded by the fact that many different stakeholders may have ‘audiences’ and in a sense, downstream stakeholders may be the audience of upstream ones (e.g., a scientist is the audience of a tool builder). Subjects: people who are affected by the model but will not work directly with it. This includes, for example, patients who may receive improved care, because medical practitioners (audience) have learned from researchers’ (domain experts) predictive results, or from consumers whose actions are being modeled in marketing research.”

são os que abordam as inteligências artificiais, mais especificamente a *XAI (Explainable Artificial Intelligence)* e, no *Machine Learning*, uma corrente conhecida como *HITL (Human-In-The-Loop)*.

Nesta busca por um aparato teórico que acompanhe as evoluções de necessidades relacionadas ao humano no contexto algorítmico, os “estudos de usuários” são capazes de trazer uma visão importante, já que tem muito mais relação com um elemento abstrato e menos endereçável de forma física ou até virtualmente acessível: a informação.

Apesar de toda a relação possivelmente documental, diretamente interativa ou menos metafísica considerada até aqui, na tentativa de consolidar um aparato que impulse o debate sobre IHA, algumas teorias por trás dos estudos de usuários, de forte relação com a Ciência da Informação suscitam alguns pontos relevantes na discussão ora proposta.

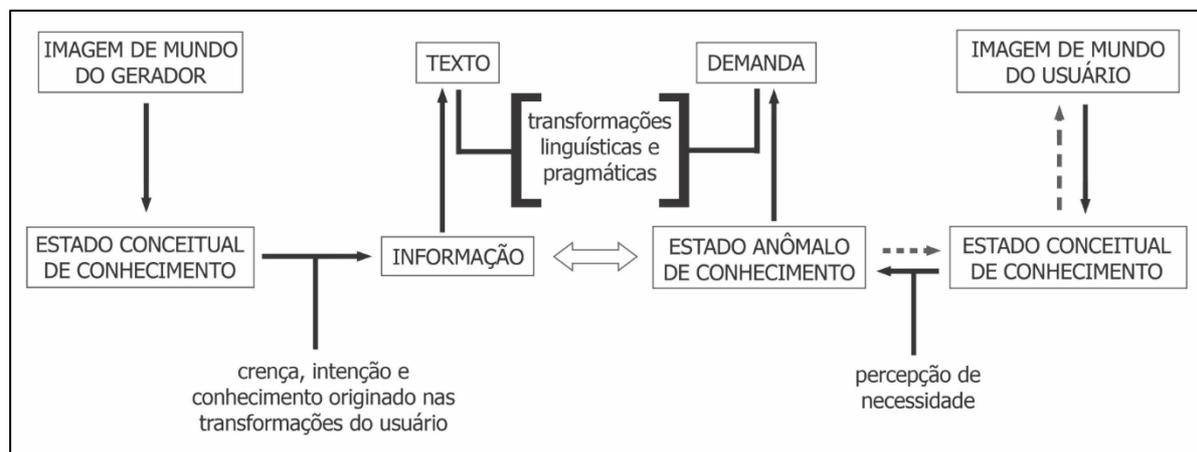
Com base no recorte da tese, e não só do presente capítulo e tópico, o foco informacional aqui é aparente por considerarmos a parcela do público mais afastada do processo de origem/desenvolvimento destes algoritmos. Os sujeitos e, em alguns casos, a audiência não interagem diretamente com algoritmos, sendo apenas afetados por estes. E todo o debate e aparatos possíveis que tratem de visibilidade, transparência, explicabilidade, auditabilidade e justiça somente fazem sentido ao ter como foco essa parte dos *stakeholders* mencionada por Gleicher (2016).

Neste ponto da construção almejada, algumas bases teóricas de estudos de usuários que abordam questões sobre recuperação da informação carregam consigo potencialidades interessantes para constituição de parâmetros de interessante relação com a IHA. Cabe citar que os modelos abordados nesta parte da tese foram selecionados por auxiliarem na percepção da relação entre algoritmos e as pessoas potencialmente afetadas por eles. Não cabe, ainda nesta construção atual, um desdobramento da relação algoritmo-desenvolvedor, algoritmo-designer, algoritmo-corporação ou mesmo algoritmo-governo/algoritmo-órgão regulatório.

Três abordagens sobre o que pode ser chamado de necessidade informacional merecem destaque aqui, por permitirem uma exposição relacional interessante entre algumas características algorítmicas já mencionadas (tais como invisibilidade,

explicabilidade, transparência e compreensibilidade) e ponto de vista do “usuário”<sup>111</sup> final. A primeira, cuja evolução do modelo pode ser observada na Figura 18, foi inicialmente desenvolvida por Nicholas Belkin. Belkin (1980) abordou o processo de recuperação de informação a partir de um estado de percepção, chamado pelo autor de estado anômalo do conhecimento<sup>112</sup>.

Figura 18 – Adaptação do Modelo de estado anômalo de conhecimento.



Fonte: BELKIN; ODDY; BROOKS, 1982, p. 65.

Na segunda abordagem que merece menção, Dervin (1983) chamou de “vazio cognitivo” tal ausência de informação capaz de gerar necessidades de tomada de decisão e incertezas. De acordo com a autora, esse vazio seria, também, um espaço entre situação e solução.

Para Dervin (1983) são cinco os principais tipos de “vazio cognitivo” em que um usuário pode se encontrar: Barreira: bloqueio no caminho; informação pode ajudar a encontrar direções; Decisão: escolha de caminho; informação como geradora de ideias; Inundação: ausência de caminho; informação como fonte de apoio; Problemática: mudança para outro caminho; informação como potencial motivação; Rotatória: invisibilidade do caminho; informação pode ajudar a adquirir capacidades ou melhorar habilidades. (DERVIN, 1983 apud RODRIGUES, p. 50-51, 2016)

As explicações de Brenda Dervin permitem direta relação com a (eventual falta de) transparência/explicabilidade e a (in)visibilidade algorítmica. Em uma interação sistêmica

<sup>111</sup> Optou-se pela utilização do termo usuário aqui, entre aspas, pois assim segue a utilização do sentido pretendido em todas as teorias dos referidos “estudos de usuários”. A nomenclatura busca fazer menção aos usuários do(s) sistema(s) de informação; e o entendimento do autor desta tese é de que o termo “usuário” não seria o mais apropriado para se referir às pessoas que são afetadas por um determinado funcionamento algorítmico, dado que usuários de sistemas que podem se valer desse tipo de lógica não usam o algoritmo de forma direta. O próprio entendimento e pormenorização deste processo - mediado de alguma forma - é objeto de discussão do capítulo atual.

<sup>112</sup> O termo original, “Anomalous State of Knowledge” é bastante conhecido nos campos da Ciência da Informação, da Arquivologia e da Biblioteconomia, e é comumente referido por meio da utilização da sigla “ASK”.

cujo vazio cognitivo é gerado pelo não entendimento processual da tomada de decisão algorítmica, “Barreira”, “Inundação” e “Rotatória” são todos obstáculos possíveis diante de um output que não atenda ou gere dúvidas no humano usuário de algum sistema informacional. A partir da visibilidade e da compreensibilidade, se torna mais fácil perceber o que a autora chama de “Decisão” e de “Problemática”, que podem propiciar obstaculização mas também oportunidades.

Em uma terceira abordagem, Kuhlthau (1991) expõe as etapas de um processo de busca da informação (Quadro 3) enquanto aborda, de maneira inaugural no campo, os aspectos emocionais envolvidos neste processo. Apesar de reproduzir algo muito semelhante aos dois modelos apresentados anteriormente quando observamos a motivação e o início do processo, chamemos de estado anômalo do conhecimento, vazio cognitivo ou iniciação, entendendo de modo muito evidente que a incerteza ou eventual insegurança é também comum ao iniciar esse tipo de processo, a autora traz contribuições relevantes para a formulação de um processo projetual de algoritmo que seja capaz de levar em conta alguns aspectos emocionais mas, especialmente, de compreender esse “usuário” e potenciais necessidades no avançar de etapas desse processo de busca e eventual recuperação da informação.

A partir de algumas elucidações e desdobramentos processuais desenvolvidos neste tópico, a presente tese exhibirá um retorno a algumas das exposições aqui aproveitadas no item 5.3, buscando levar em conta aspectos teóricos e práticos para a sugestão de um modelo de desenvolvimento algoritmo capaz de contemplar esse processo de IHA aqui abordado.

Quadro 3 – Estágios do processo de busca de informação.

<b>Estágios no processo de busca de informação</b>	<b>Tarefas apropriadas</b>	<b>Sentimento(s)</b>
Iniciação	Reconhecimento da necessidade de informação.	Incerteza
Seleção	Delimitação do campo de investigação / Identificação de fontes relevantes.	Otimismo
Exploração	Exploração dos documentos a respeito do campo delimitado / Potencial expansão da investigação.	Confusão / Frustração / Dúvida
Formulação	Foco na formulação de questões e problemas.	Clareza
Coleta	Interação com centros e sistemas de informação para coleta de informações.	Confiança / Senso de direção
Apresentação	Potencial encerramento da busca e solução do problema / Complementação da busca realizada.	Satisfação / Alívio ou Desapontamento

Fonte: KUHLTHAU, 1991 apud RODRIGUES, 2016.

A IHA parece se esgotar como possibilidade de campo capaz de compreender o humano no contexto algorítmico, e muito mais centrada em compreender os processos de desenvolvimento algorítmico no contexto humano. Pode parecer que em algum momento os dois caminhos levam a produtos semelhantes, mas a compreensão do humano em sua relação com o algoritmo vai além de seu uso ou mesmo de sua experiência com este.

Percepções, já bastante estabelecidas, como a opacidade e a própria invisibilidade permitem assumir que, não somente temos interações mediadas e involuntárias, mas também imperceptíveis ao usuário de um determinado sistema ou aplicação.

Campos como a Interação Humano-Computador e o próprio Design Centrado no Usuário não estão preparados para lidar com uma discussão desse tipo, em que uso não é o melhor termo para definir a relação entre algoritmos e humanos. No exemplo clássico em que alguém solicita um empréstimo ao banco, podemos afirmar que este solicitante usa um algoritmo? Não. Haveria menos obstáculos, ainda que não possível literalmente, afirmar o inverso: o algoritmo usa o humano (neste caso solicitante); já que os dados deste são os inputs principais de um sistema algorítmico que os processa. Seria equivocada tal afirmação?

Ainda sem a intenção de um sim ou não definitivo para a pergunta supracitada, considerar o humano no contexto e em uma cultura algorítmica, exige outras abordagens. A construção deste caminho passa por, e depende de, uma relevante compreensibilidade. O tópico 5.2 tem o objetivo de apresentar uma dimensão humana indispensável no processo Humano-Algoritmo ora objeto de delimitação e especificação.

## **5.2 Alfabetização Midiática e Informacional: caminho para a compreensibilidade?**

Para além dos avanços mais recentes e consideravelmente constantes nos aparatos e características algorítmicas necessárias para uma relação mais sustentável, há uma questão extremamente relevante a ser considerada no caminho rumo a algoritmos e outros possíveis agentes que propiciem a possibilidade de entendimento.

O entendimento, a compreensão, como é de conhecimento geral, depende de uma relação. Há, neste processo, para além do que é explicado ou explicável, uma cognição capaz de compreender o objeto em questão. Para tanto, neste caminho ainda recentemente iniciado, rumo à compreensibilidade, existe a possibilidade de que este “ponto de chegada” não seja o fim da estrada, mas algum lugar no decorrer de sua extensão.

A Alfabetização Midiática e Informacional (AMI) será abordada como um possível campo capaz de absorver, ao menos em parte, a capacidade de apoiar seres humanos em sua evolução a respeito do entendimento sobre tecnologias informacionais e midiáticas, englobando os algoritmos, da forma mais acessível e adaptável a diferentes públicos e contextos.

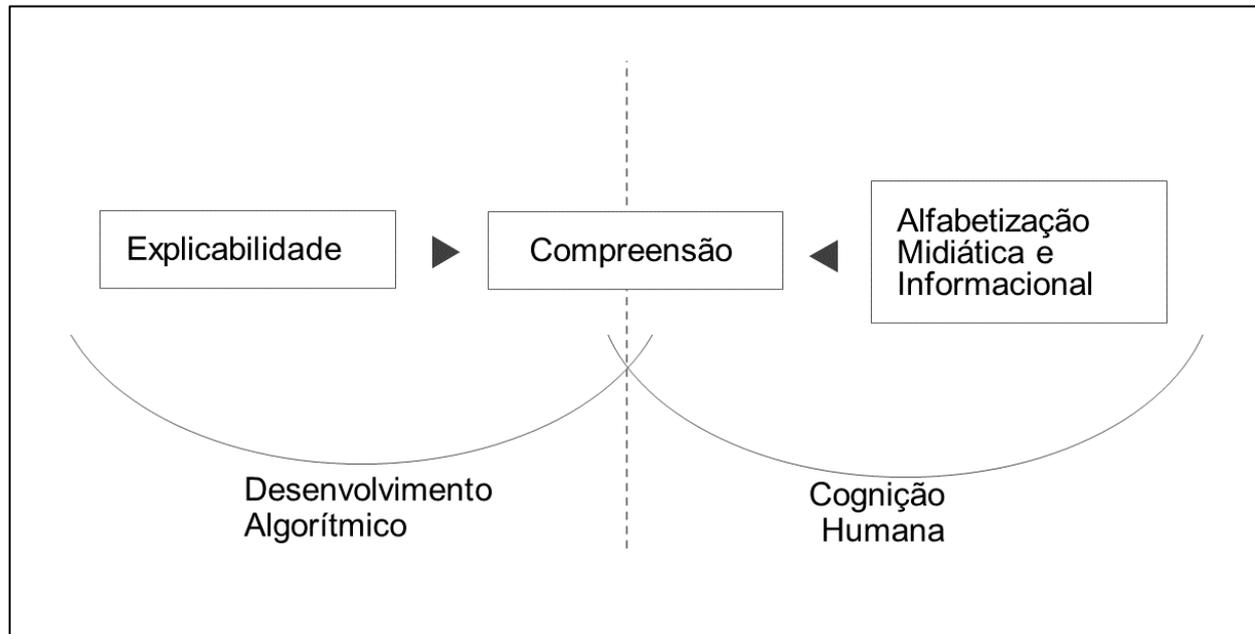
O problema de compreensibilidade abrange uma ampla gama de cenários, tais como cientistas de domínio tentando discernir o significado a partir de seus modelos, desenvolvedores de aprendizado de máquina tentando ajustar seus algoritmos e o público em geral tentando decidir se deve confiar na previsão de um jornal. Uma definição ampla de compreensibilidade admite uma ampla gama de desafios potenciais a serem abordados. Uma visão ampla da "compreensibilidade no problema de modelagem" é valiosa, porque problemas e oportunidades podem surgir de muitas maneiras. Uma visão ampla pode não apenas permitir a identificação de um problema inesperado, mas também sugerir soluções que vêm de lugares muito diferentes.<sup>113</sup> (GLEICHER, 2016, p. 75)

---

<sup>113</sup> Tradução do autor para “The comprehensibility problem encompasses a wide range of scenarios such as domain scientists trying to discern meaning from their models, machine-learning developers trying to tune their algorithms, and the general public trying to decide whether to trust a newspaper’s prediction. A broad definition of comprehensibility admits a wide range of potential challenges to be addressed. A broad view of ‘the comprehensibility in modelin problem’ is valuable, because issues and opportunities can arise in so many

A base para a abordagem da AMI neste ponto crucial é um entendimento natural de que para além do contato com um algoritmo transparente e explicável, há também uma necessidade de algum tipo de conhecimento acumulado que permita compreensão.

Figura 19 – Compreensão na Relação Humano-Algoritmo.



Fonte: Autor.

Para além da discussão empírica ou racionalista, o cerne epistemológico aqui apresentado, por ora, surge por intenção simples de apresentar um campo de concentrar e permitir disseminar um determinado saber humano a respeito de questões que permitam uma compreensão de um algoritmo com o qual possamos ter contato. O esquema proposto na Figura 19 busca representar o papel potencial da AMI nesse processo de compreensão.

### 5.2.1 Motivações e Contexto

Para além das premissas e convenções que tendem à universalização de conceitos e práticas ligadas ao Design, Experiência do Usuário, Interação Humano-Computador e a própria Interação Humano-Algoritmo, há na busca pelo almejado entendimento a necessidade de consideração dos diferentes contextos e realidades, especialmente mas não somente, socioeconômicas e culturais das diferentes regiões do globo, que hoje tem

---

ways. A broad view not only may allow for the identification of an unexpected problem but also might suggest solutions that come from very different places.”

aproximadamente 5,16 bilhões de internautas. Esse número representa quase 65% da população mundial<sup>114</sup>.

Bons exemplos, como os levantamentos, publicações e ações realizadas pelo Project Information Literacy<sup>115</sup> já formam um corpo bastante considerável de iniciativas que abordam as questões algorítmicas a partir do olhar da Alfabetização Midiática e Informacional, ou somente da Alfabetização Informacional.

A ascensão do que é amplamente conhecido como a “era dos algoritmos” teve um impacto profundo na sociedade, na política, nas notícias e na epistemologia. E, no entanto, a maioria dos algoritmos é fácil de ignorar, pois não podemos vê-los, ouvi-los ou tocá-los. Enquanto eles trabalham duro, muitos de nós não pensamos muito nas minúcias ocultas de suas fórmulas proprietárias em constante mudança. Suas linhas de código complexo e opaco tomam decisões extremamente rápidas para nós e sobre nós, de maneiras úteis e inúteis.<sup>116</sup> (HEAD; FISTER; MACMILAN, 2020, p. 3-4)

Mundialmente, a UNESCO vem sendo o grande ponto focal de esforço contínuo para sensibilização e implementação de políticas relacionadas à AMI. São diversos os documentos, eventos e esforços observáveis nesse campo. Em um desses vários documentos, fruto de debates sobre educação midiática e acesso a informação, o termo – ainda que com uma pequena variação – foi utilizado pela primeira vez, oficialmente.

Não é apenas a ausência de restrições à mídia que importa, mas até que ponto todos os setores da sociedade, especialmente os mais marginalizados, podem acessar a mídia para obter informações e se fazer ouvir. O acesso limitado – ou a falta de envolvimento com – os meios de comunicação é uma função da pobreza e da educação deficiente. Também pode ser causada ou exacerbada por idioma, sexo, idade, etnia ou divisão urbano-rural. Há também a necessidade de promover a alfabetização informacional e midiática.<sup>117</sup> (UNESCO, 2008, p. 6)

O grande debate que fomentou a utilização do termo em 2008 surgiu a partir das mudanças comportamentais e midiáticas que eram sentidas com a disseminação irreversível da internet. Desde 2002, a UNESCO mantinha uma agenda focada na Alfabetização

---

<sup>114</sup> Os dados disponibilizados pelo *Statista* com base em pesquisa feita em Janeiro de 2023 podem ser acessados pelo link: <https://www.statista.com/statistics/617136/digital-population-worldwide/>.

<sup>115</sup> Para mais informações sobre o projeto: <https://projectinfolit.org/>.

<sup>116</sup> Tradução do autor para: “The rise of what is widely known as the ‘age of algorithms’ has had a profound impact on society, on politics, on the news, and on epistemology. And yet, most algorithms are easy to ignore since we cannot see, hear, or touch them. While they are hard at work, many of us do not give much thought to the hidden minutiae of their constantly changing proprietary formulas. Their lines of complex and opaque code make lightning-fast decisions for and about us in both helpful and unhelpful ways.”

<sup>117</sup> Tradução do autor para: “It is not just the absence of restrictions on the media that matters, but the extent to which all sectors of society, especially the most marginalised, can access the media to gain information and make their voices heard. Limited access to – or lack of engagement with - the media is a function of poverty and poor education. It may also be caused or exacerbated by language, gender, age, ethnicity or the urban-rural divide. There is also a need to promote information and media literacy.”

Informacional: o *Information for All Programme – IFAP*<sup>118</sup>. E bem antes disso, mais especificamente em 1977, constituía um comitê com objetivos de desenvolvimento de estruturas informacionais em diversos países<sup>119</sup>.

Foi realmente com a disseminação da internet e um – possível – amadurecimento do entendimento de que capacidades de fontes de informação e de mídia coexistiriam neste contexto, que o campo da AMI passou a ser considerado, dadas as sinergias perceptíveis entre informação e mídia, especialmente em um contexto de educação e literacia.

O entendimento sobre o campo em seu momento mais inicial, abarcava muito do que se conhece como “Competência em Informação” ou “Competência Crítica em Informação”, ambos conceitos muito relacionados à e amparados na Ciência da Informação.

A AMI se refere à habilidade de acessar a mídia [nova e antiga] e outras fontes de informação para compreender e avaliar seus conteúdos e suas funções, bem como usá-las de maneira crítica para criar comunicações em uma variedade de contextos, incluindo ensino e aprendizagem, autoexpressão, criatividade e participação cívica. (UNESCO, 2008 apud GRIZZLE; MOORE; DEZZUANI, 2016)

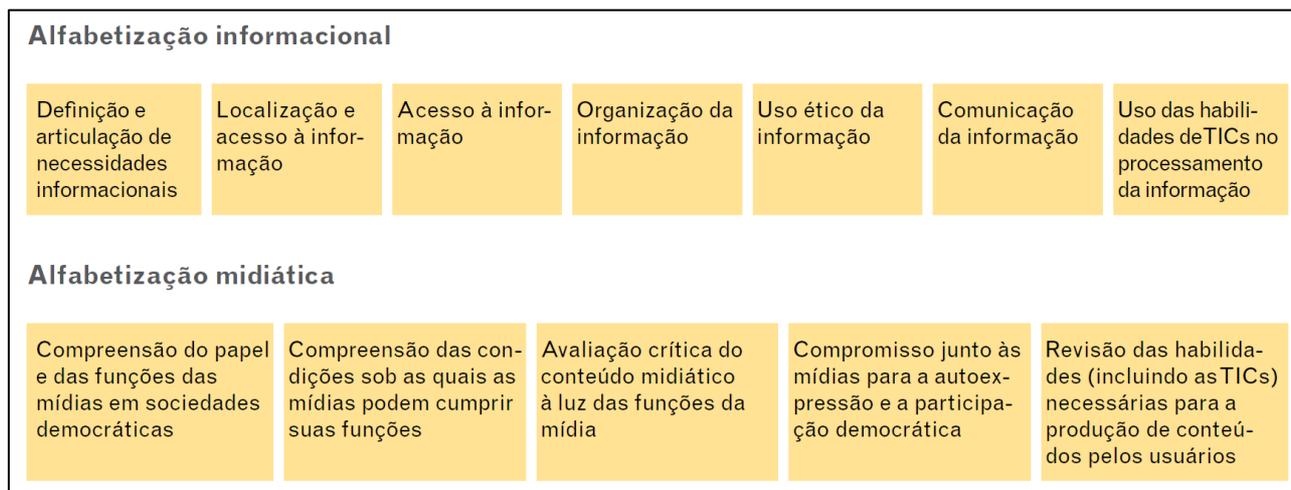
O escopo da AMI tem se expandido consideravelmente, ao passo que as tecnologias informacionais e midiáticas também avançam com extrema velocidade e passou a agrupar alguns tópicos que se apresentavam dispersos em documentos relacionados somente à Alfabetização Informacional, à Alfabetização Midiática ou outros tipos de alfabetização. A Figura 20 permite observar como as contribuições dos dois campos mencionados permitiram uma sinergia capaz de uma confluência cuja AMI é produto.

---

<sup>118</sup> O documento originado a partir da conferência *Intergovernmental Council for the Information for All Programme*, realizado no ano de 2002 em Paris, pode ser acessado no link a seguir: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000125408?posInSet=11&queryId=6ef16bad-b0d1-4b74-bb3d-f5c18a27e65c>.

<sup>119</sup> O documento, gerado a partir da primeira sessão do *Advisory Committee for the General Information Programme*, lista diversas ações em curso à época, alocação de recursos monetários e planejamento para desenvolvimento informacional estrutural em diversos países, incluindo o Brasil; e está disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000032457?posInSet=10&queryId=N-EXPLORE-d19053cf-39f8-4f72-897b-e741a92601a5>

Figura 20 – Resultados e elementos da alfabetização midiática e informacional.



Fonte: WILSON; GRIZZLE; TUAZON et al., 2013.

Estes resultados e elementos (originalmente publicados em 2011) evoluíram para a consolidação dos conhecimentos, habilidades e atitudes compreendidas na AMI como objetivos-resultados que foram publicados originalmente em 2014. O Quadro 4, a seguir, apresenta estes elementos a partir da obra traduzida (publicada em 2016).

Quadro 4 – Conhecimentos, habilidades e atitudes compreendidas na AMI.

Compreender o papel e as funções das mídias e de outros provedores de informação nas sociedades democráticas;
Compreender as condições nas quais essas funções possam ser realizadas;
Reconhecer e articular a necessidade informacional;
Localizar e acessar informações relevantes;
Ávaliar com senso crítico, em termos de autoridade, credibilidade e finalidade atual, a informação e o conteúdo das mídias e de outros provedores de informação, incluindo aqueles na internet;
Extrair e organizar a informação e o conteúdo midiático;
Sintetizar ou trabalhar com as ideias abstraídas do conteúdo;
Comunicar para um grupo de pessoas ou leitores, com ética e responsabilidade, sua compreensão sobre o conhecimento criado, em uma forma ou meio de comunicação apropriado;
Aplicar as habilidades em TIC para processar a informação e produzir conteúdo gerado por usuários; e
Engajar-se nas mídias e em outros provedores de informação, incluindo aqueles na internet, para autoexpressão, liberdade de expressão, diálogo intercultural e participação democrática.

Fonte: Adaptado de GRIZZLE; MOORE; DEZZUANI, 2016.

A disseminação da lógica algorítmica nas diversas esferas do cotidiano social fez com que, em 2020, um documento da UNESCO em parceria com o TheNextMinds<sup>120</sup> foi produzido de modo a expressar as preocupações e adequações da AMI em relação à evolução da inteligência artificial.

Esta é a IA que decide o que vemos nos resultados da pesquisa e nas notícias ou feeds de mídia social. É a IA quem decide que tipo de conteúdo ler ou assistir e receber por meio das recomendações. A IA decide que tipo de produtos ou serviços devem ser propostos para escolha. A IA produz conteúdo, cria arte e a divulga em uma escala muito maior do que poderíamos fazer sozinhos. Do ponto de vista da AMI, é importante entender como funciona o meio de comunicação. No entanto, os algoritmos baseados em IA funcionam como uma caixa preta e, às vezes, os processos de tomada de decisões em IA são ocultados até mesmo de seus criadores. A abordagem de alfabetização midiática e informational para a análise da comunicação implica decifrar os propósitos da outra parte. Nos casos em que a tomada de decisão automatizada é usada, podemos estar fantasticamente errados sobre isso<sup>121</sup>. (SHNURENKO; MUROVANA; KUSHCHU, 2020, p. 44)

O material demonstra ser um dos primeiros a falar mais profundamente sobre características aqui abordadas anteriormente, ao tratar do contexto e consequentes lacunas e fragilidades das relações humano-algoritmo. Com um recorte educacional da questão, o documento aproxima de maneira mais efetiva as questões ao alcance da AMI dos benefícios, riscos e desafios endereçados muito diretamente às inteligências artificiais, buscando atingir uma neutralidade, como é possível observar neste extrato:

A chave para a operação responsável dos sistemas de IA em benefício da sociedade é a educação. As pessoas comuns devem ser capazes de entender não apenas os fundamentos da operação dos sistemas de IA, mas também seu impacto em suas vidas, seu ambiente de informações e as escolhas que devem fazer. A narrativa da IA não deve ser animadora nem tecnofóbica; em vez disso, deve fornecer uma imagem honesta do campo e ser acessível ao público em geral. O público deve estar ciente não apenas dos benefícios da automação, mas também de seus riscos e desafios. A sociedade em geral, estados, empresas e comunidades devem encorajar e apoiar as iniciativas que promovem educação, alfabetização midiática e informacional e conscientização pública sobre questões relacionadas à IA.<sup>122</sup> (SHNURENKO; MUROVANA; KUSHCHU, 2020, p. 76)

---

<sup>120</sup> Mais informações em: <https://thenextminds.com/>.

<sup>121</sup> Tradução do autor para “This is the AI who decides what we see in the search results and in the news or social media feeds. This is the AI who decides what kind of content to read or to watch and receive via the recommendations. AI decides what kind of products or services should be proposed to choose. AI produces content, creates art and disseminates it at a much larger scale than we could do on our own. From the MIL perspective, it is important to understand how the medium of communication works. However, AI-powered algorithms work as a black box and sometimes the processes of making decisions in AI is hidden even from its creators. Media and information literate approach to the analysis of communication implies deciphering of purposes of the other party. In cases where automated decision-making is used, we can be fantastically wrong about it.”

<sup>122</sup> Tradução do autor para “The key to responsible AI systems operation for the benefit of society is education. Ordinary people should be able to understand not only the basics of AI systems operation, but also its impact on their life, their information environment and the choices they are to make. AI narrative should be neither cheer-leading nor technophobic, instead, it should give an honest picture of the field and be accessible for a

Na segunda e mais recente edição do currículo proposto pela UNESCO para educadores e alunos (GRIZZLE; WILSON; GORDON et al., 2021), houve uma adição de uma dimensão, até então perceptível que permanecia vinculada aos aspectos informacionais e midiáticos já oficialmente destacados, e que deram origem ao campo confluyente. O Quadro 5 representa a evolução do mapeamento dos resultados e elementos componentes da AMI, com a incorporação de uma dimensão chamada de Alfabetização Digital.

Quadro 5 – Resultados e elementos da Alfabetização Digital contempladas no escopo da AMI.

Uso de ferramentas digitais;
Entender a identidade digital;
Avaliar questões a respeito de IA;
Melhorar a capacidade de se comunicar digitalmente;
Gerenciar a saúde digital;
Praticar a segurança e proteção digitais.

Fonte: Adaptado de GRIZZLE; WILSON; GORDON et al., 2021, p. 9.<sup>123</sup>

“A alfabetização digital situa-se de modo transversal, atravessando as competências tradicionais de informação e mídia”<sup>124</sup> (GRIZZLE; WILSON; GORDON et al., 2021, p. 9). E talvez nessa transversalidade resida um ponto de possível observação capaz de avaliar aspectos que são comuns à informação e à mídia, por exemplo, no contexto das mídias digitais sociais, como a profusão de desinformação ou a invisibilidade latente dos algoritmos.

Em uma análise mais superficial do material do já citado e mais recente da UNESCO sobre o tema, não há muitas especificidades nas parametrizações e recortes dos escopos e áreas de atuação da AMI nesse contexto de informações e mídias digitais. Termos genéricos como “ferramentas digitais”, “questões a respeito de IA” e “identidade digital” exigem uma análise mais aprofundada do currículo proposto no referido documento. Ao

---

general audience. The public should be aware not only of the benefits of automation but also of its risks and challenges. Society at large, states, businesses and communities should encourage and support the initiatives promoting such education, media and information literacy and public awareness of AI-related issues.”

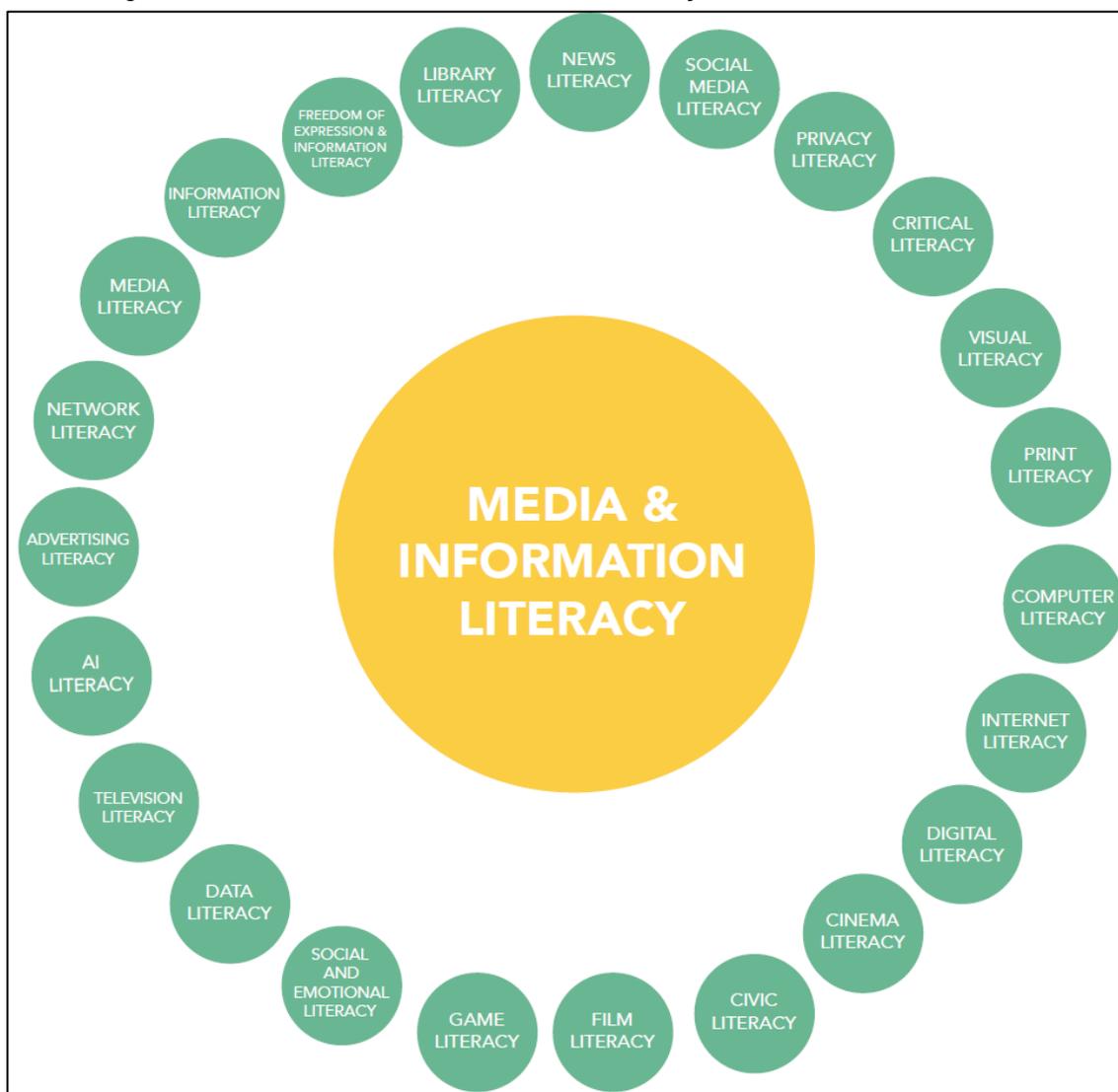
<sup>123</sup> Tradução do autor para “Use of digital tools; Understand digital identity; Recognize digital rights; Assess AI issues; Improve how to communicate digitally; Manage digital health; Practice digital security and safety”.

<sup>124</sup> Tradução do autor para “Digital literacy sits in a transversal manner, cutting across traditional information and media competencies”.

observar o esquema da ecologia da própria AMI (Figura 21), percebo um risco na tentativa de uma área consideravelmente abrangente.

Ainda que que aparentemente menos arriscado do que deixar de contemplar uma área com questões relevantes no contexto proposto, é acumular um corpo de assuntos tão vasto e transversal de modo que o campo possa facilmente se perder em outros há muito mais tempo consolidados. É, obviamente, também com base na referida natureza transdisciplinar do tema, que se torna possível tratar do assunto em uma tese originária do campo com suas bases na Comunicação e na Cultura.

Figura 21 – Resultados e elementos da alfabetização midiática e informacional.



Fonte: GRIZZLE; WILSON; GORDON et al., 2021, p. 12<sup>125</sup>.

<sup>125</sup> A decisão de não traduzir os textos da Figura 11 foi tomada pela dificuldade de tradução de alguns termos cujo sentido poderia ser perdido. Em especial, o termo "literacy" pode ter significado de alfabetização, letramento ou até de educação, e dificulta o entendimento específico de alguns tópicos, como aconteceria no

Apesar de uma possível dispersão ou evolução de difícil controle deste escopo, a relação humano-algoritmo em um contexto digital é constituída de uma natureza de mediação computacional, e portanto midiática e informacional. Sem outras opções que mereçam destaque na presente pesquisa, e com a finalidade de efetivar a aderência da questão ao campo, com bases ainda na maturação do tema da compreensibilidade e sua vocação educacional – faz-se relevante recuperar –, a publicação “*Media and information literate citizens: think critically, click wisely!*” será objeto de análise mais detalhada, por constituir, dentre as já referidas buscas documentais, documento mais atualizado da UNESCO que contempla um cenário de desenvolvimento algorítmico mais próximo com o da realidade de 2023 do que os anteriores e busca uma solução cognitiva e educacional que apoie o entendimento e compreensão dos algoritmos.

Para além dos elementos mais gerais abordados aqui, o primeiro ponto de interesse para essa confirmação de capacidade e aderência estrutural do projeto de AMI para os fins ora pretendidos são os pontos curriculares que mencionam a própria formação do professor, antes de qualquer adensamento de caráter mais curricular ou de construção/formação de competências.

Quadro 6 – Habilidades de educador e objetivos do currículo AMI da UNESCO.

Áreas do Currículo	Objetivos do Currículo	Habilidades de educador a serem habilitadas
Política e Visão	Sensibilizar os educadores às políticas e visão necessários para a AMI	Os educadores entendem as políticas necessárias para promover a AMI e como elas podem ser implementadas na educação (e na sociedade). Eles também devem entender como a AMI contribui para habilidades de vida e desenvolvimento mais amplo no contexto da educação cívica e da educação para a cidadania global.
Currículo e Avaliação	Enfatizar o uso dos recursos da AMI e suas aplicações	Os educadores entendem como a AMI pode ser utilizada no currículo escolar. São capazes de avaliar criticamente o leque de fornecedores de conteúdos à luz das funções que lhes são atribuídas; e, para esse fim, selecionar uma ampla gama de materiais de provedores de conteúdo para o fornecimento da AMI. Eles têm habilidades para avaliar a compreensão dos alunos sobre a AMI.

caso de “*Data Literacy*”, que sem o apoio da tradução oficial pode ter diferentes intenções. Ainda assim, a utilização da imagem é muito relevante para a exibição do conjunto de elementos formadores da AMI.

<p>Informação, mídia e instituições de internet</p>	<p>Aumentar o conhecimento de toda a gama de provedores de informação como bibliotecas, arquivos, museus, mídia, empresas de comunicação digital, etc</p>	<p>Os educadores conhecem e entendem como todos os provedores de conteúdo evoluíram para as formas atuais. Eles desenvolvem habilidades no uso de tecnologias disponíveis para atingir diferentes públicos. Eles usam vários recursos de conteúdo para desenvolver o pensamento crítico e as habilidades de resolução de problemas e os estendem a seus alunos.</p>
<p>Organização e administração</p>	<p>Aumentar a capacidade dos educadores de organizar espaços de aprendizagem para uma participação efetiva em todo o ensino e aprendizagem, e para que os recursos de conteúdo sejam parte integrante de alcançar essa participação</p>	<p>Os educadores competentes em mídia e informação devem compreender a organização dos espaços de aprendizagem; serem capazes de criar condições de ensino e aprendizagem que maximizem o uso de vários provedores de conteúdo para educação cívica e aprendizagem ao longo da vida, inclusive mostrando habilidades na organização da aprendizagem de forma a tornar os espaços de aprendizagem respeitosos com diferentes pontos de vista e perspectivas, independentemente de origem e gênero.</p>
<p>Pedagogia</p>	<p>Efetuar mudanças nas práticas pedagógicas dos educadores necessárias para ensinar sobre alfabetização midiática e informacional</p>	<p>Os educadores competentes em mídia e informação devem compreender a organização dos espaços de aprendizagem; são capazes de criar condições de ensino e aprendizagem que maximizem o uso de vários provedores de conteúdo para educação cívica e aprendizagem ao longo da vida, inclusive mostrando habilidades na organização da aprendizagem de forma a tornar os espaços de aprendizagem respeitosos com diferentes pontos de vista e perspectivas, independentemente de origem e gênero.</p>
<p>Desenvolvimento profissional do educador</p>	<p>Promover a educação sobre a aplicação de recursos de conteúdo para aprendizagem ao longo da vida e desenvolvimento profissional</p>	<p>Eles têm as habilidades necessárias para usar a tecnologia e se envolver com provedores de conteúdo para acessar informações e adquirir conteúdo e conhecimento pedagógico em apoio ao seu próprio desenvolvimento profissional.</p>

Fonte: Adaptado de GRIZZLE; WILSON; GORDON et al., 2021, p. 26-27.

O Quadro 6, apresentado acima, permite uma avaliação inicial do currículo proposto e do perfil docente que se deseja construir para os projetos de AMI e mostra uma grande preocupação com o lado mais pedagógico e menos técnico desta figura. Fica evidente o maior aprofundamento e especificidade presentes na segunda, terceira, quarta e quinta áreas do currículo; ao passo que a sexta área, mais voltada às competências docentes relacionadas às tecnologias é bastante superficial.

A contextualização do material avaliado neste ponto, bem como as dos demais sobre AMI aqui citados, não escondem a complexidade da abordagem do tema e não mais deixam

os contextos e conceitos algorítmicos e de inteligência artificial de fora, especialmente desde a publicação do documento mais dedicado a AI, de Shnurenko et al. (2020). Contudo, a AMI parece ainda estar evoluindo rumo a uma maior capacidade de lidar com as questões mais técnicas (e não somente técnicas) que permitirão aos alfabetizados midiática e informacionalmente enxergar “a caixa”, sua complexidade, montada com bases nas diferentes dobras que moldam esse cubo, e também explicá-la, sendo capaz não somente de vê-la, mas percebê-la como algo simples, seja esta preta, espelhada ou de qualquer outra cor e material.

Apesar de incluir o prisma digital em conjunto com as duas dimensões primordiais da área, é possível perceber de maneira marcante um escopo muito voltado para o entendimento midiático e um uso informacional que por muitas vezes menciona uma produção de conteúdo seguinte, por parte desse usuário. Tal escopo, capaz de reconhecer a complexidade contextual, mas ainda conjecturando uma perspectiva bastante conteudista, fica evidente em trechos como o seguinte:

AMI é um termo guarda-chuva que abrange várias competências que permitem que indivíduos e grupos naveguem nos mares turbulentos do ambiente atual de informação e comunicação. Ela cobre um amplo espectro de conhecimentos, habilidades, atitudes e valores. A AMI permite que os cidadãos, incluindo os jovens, adquiram competências para entender suas necessidades de informação, pesquisar melhor, encontrar, avaliar criticamente, usar e contribuir com informações e conteúdo de mídia com sabedoria.<sup>126</sup> (GRIZZLE; WILSON; GORDON et al., 2021, p. 58)

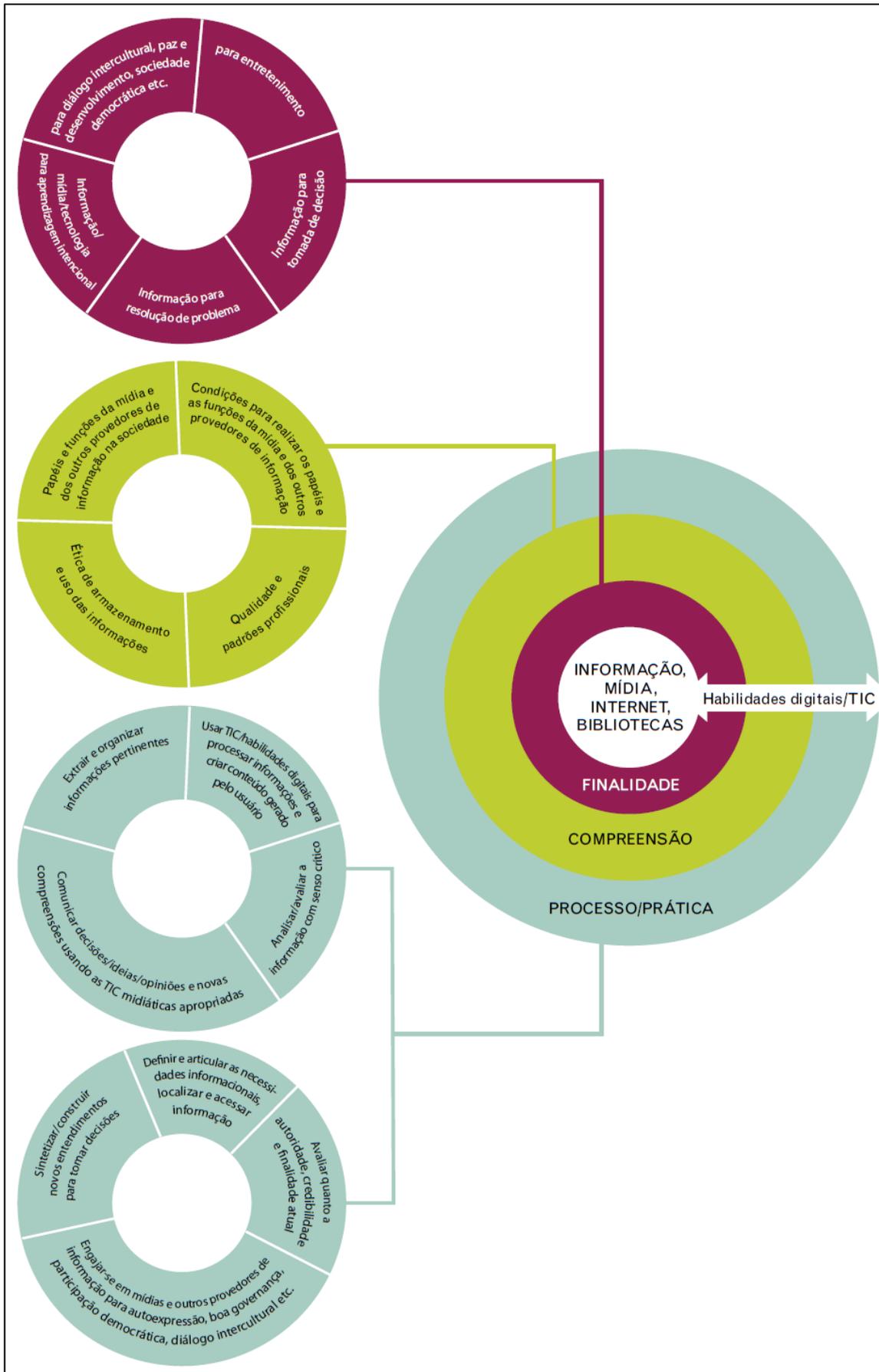
O escopo da AMI, representado pela matriz conceitual exposta na Figura 22, permite uma relação das habilidades digitais e objetivos propostos. É possível depreender que a própria amplitude do que se pretende abordar pode permitir ausências de aprofundamentos ou adensamentos pouco eficazes em temas que se mostram urgentes.

O próximo tópico traz uma análise de termos e possíveis relações destes com algoritmos no contexto deste escopo da AMI, de modo a compreender como se apresenta a projeção da alfabetização algorítmica na abordagem proposta pela UNESCO.

---

<sup>126</sup> Tradução do autor para “MIL is an umbrella term that encompasses various competencies that enable individuals and groups to navigate the turbulent seas of today’s information and communications environment. It covers a large spectrum of knowledge, skills, attitudes and values. MIL enables citizens, including youth, to acquire competencies to understand their information needs, better search, find, critically evaluate, use, and contribute to information and media content wisely.”

Figura 22 – Alfabetização Midiática e Informacional: uma proposta de matriz conceitual.



Fonte: GRIZZLE et al., 2016, p. 15.

## 5.2.2 Algoritmos na AMI

Para além do contexto ilustrado em mais de uma oportunidade ao longo deste texto, as questões envolvendo algoritmos despertam preocupações de cunho pessoal e social em alunos de Ensino Médio e Superior, conforme dados apresentados na Tabela 1, adaptada a partir do estudo conduzido em um *focus group* com dezesseis estudantes, divulgado pelo *Project Information Literacy*, em 2020:

Tabela 1 – O que preocupa os estudantes sobre algoritmos computacionais?<sup>127</sup>

Preocupações acerca de algoritmos	Tipo de preocupação	Quantidade	Porcentagem
Plataformas “ouvindo” através de dispositivos e plataformas.	Pessoal	14	88%
Algoritmos e tomada de decisões automatizadas reforçando desigualdades.	Social	12	75%
Plataformas moldando conteúdos individuais e anúncios que veem.	Pessoal	12	75%
Usuários online não vendo a mesma realidade.	Social	11	69%
A próxima geração.	Social	10	63%
Plataformas vendendo dados pessoais para terceiros.	Pessoal	8	50%
Permanência de dados sendo coletados sobre eles.	Pessoal	7	44%
Gerações antigas usando essas tecnologias e se adaptando às mudanças.	Social		31%

Fonte: Adaptado de HEAD; FISTER; MACMILAN, 2020.

Com o objetivo de melhor compreender o alcance da AMI para as questões algorítmicas aqui suscitadas, uma análise simples de conteúdo foi conduzida de modo a mapear dois termos-chave nesta obra mais recente da UNESCO sobre o tema: algoritmo e inteligência artificial. Os resultados são exibidos de forma completa no documento Anexo I.

A partir do documento de 412 páginas, as buscas foram realizadas por termos que pudessem expressar o sentido das próprias palavras mencionadas ou mesmo algum tipo

---

<sup>127</sup> Tradução do autor.

de relação a partir destas. Desse modo, para os resultados sobre “algoritmo”, foram pesquisados os termos “algoritmos”, “algorítmico”, “algoritmo” e “algorítmicamente” (exibidos nesta mesma ordem na próxima tabela). Nenhum outro termo ou sigla que pudesse estar classificada junto a esse grupo retornou resultados positivos nas buscas. A Tabela 2 exibe os resultados destas buscas, com os termos em inglês (originais da publicação) e os quantitativos de cada um deles.

Tabela 2 – Resultados para termos algorítmicos.

<i>algorithms</i>	57
<i>algorithmic</i>	10
<i>algorithm</i>	8
<i>algorithmically</i>	1

Fonte: Autor.

Os resultados exibidos na tabela anterior já levam em conta uma higienização que removeu dois termos que eram parte de um endereço eletrônico. Das setenta e seis menções totais, 75% vem do uso do termo no plural. “Algoritmos” representa, em grande parte do texto, um conjunto repleto de possibilidades e reforçam uma noção de algoritmo como entidade independente, capaz de seus próprios atos. Uma visão já abordada na presente tese que não parece contribuir para um caminhar rumo a desenvolvimentos algorítmicos mais justos e auditáveis.

Dentre as 76 exibições mencionadas, “algoritmo” só esteve diretamente relacionado a “transparência”, por exemplo, uma única vez. Em uma simples comparação das utilizações ativas e passivas relacionadas aos 76 termos em voga, uma tendência ao uso de construções que se valem mais da ação a partir do(s) algoritmo(s) pode ser observada, conforme a Tabela 3 exibe a seguir.

Tabela 3 – Comparação quantitativa de termos relacionados a algoritmos em modos ativo e passivo. <sup>128</sup>

<b>Termos relacionados em modo ativo</b>	<b>Qtd.</b>	<b>Termos relacionados em modo passivo</b>	<b>Qtd.</b>
Recomenda / Diz / Apresenta	5	Projetado / Projeto de	3
Prioriza / Categoriza / Cura / Ranqueia	4	Escrito	1
Rastreia / Mede / Acompanha	3	Criado	1
Abastece / Infunde	2	(É) Usado	1
Determina	2	Combinado	1
Altera (narrativas) / Muda	2	-----	-
Usa / Organiza (dados)	2	-----	-
Opera	1	-----	-
Amplifica	1	-----	-
Aprende	1	-----	-
Pode trabalhar	1	-----	-
Busca	1	-----	-
<b>Total (modo ativo)</b>	<b>25</b>	<b>Total (modo passivo)</b>	<b>7</b>

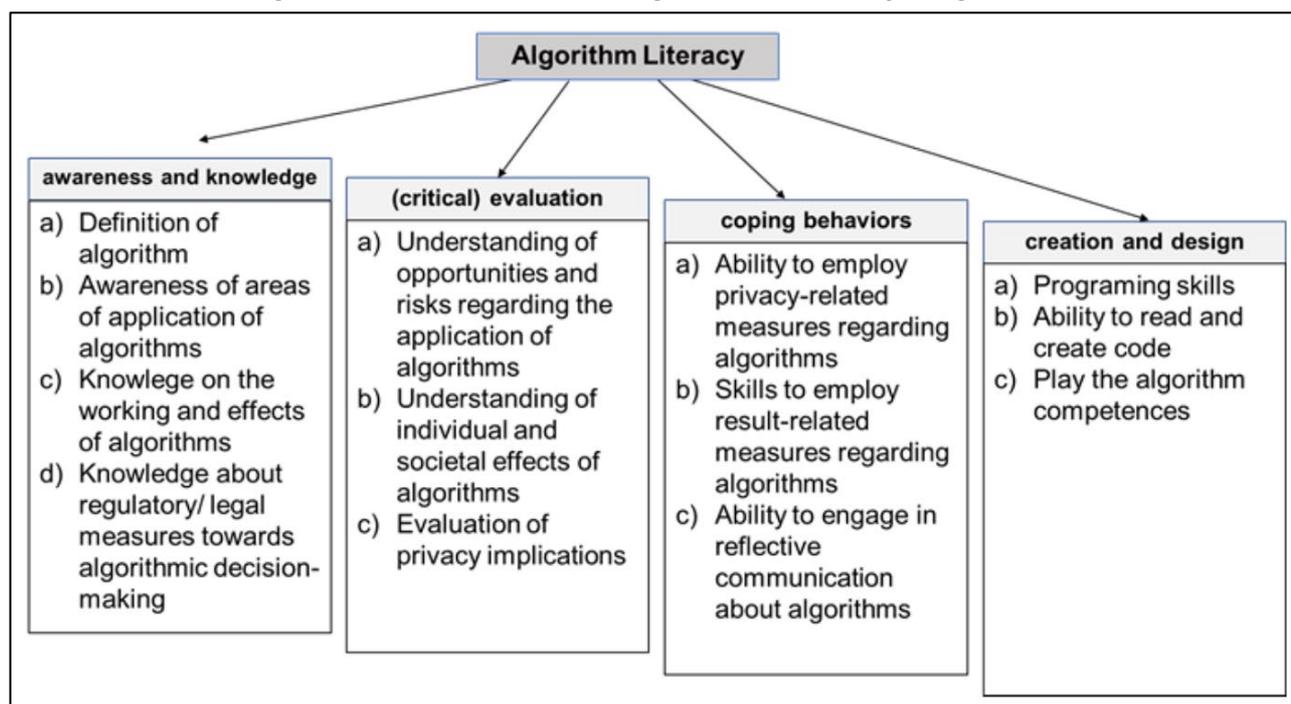
Fonte: Autor.

Apesar apresentar um desenvolvimento bastante recente a alfabetização algorítmica apresenta características suficientemente aderentes ao escopo da AMI, com base nos insumos apresentados até aqui, neste capítulo. Como um campo completamente destacado, pode ser difícil alcançar a tração que a AMI já tem – apesar das lacunas de implementação –. Por outro lado, dentro de um programa vasto como o da AMI, poderia esse tipo de conteúdo se tornar pequeno e irrelevante diante de toda a fundamentação já publicada até aqui?

Para melhor compreender a alfabetização algorítmica, o trabalho de Leyla Dogruel (2021) servirá como base da exposição. A partir da Figura 23, as dimensões propostas por Dogruel serão apresentadas na sequência.

<sup>128</sup> Tradução do autor.

Figura 23 – Dimensões e subcategorias da alfabetização algorítmica.



Fonte: DOGRUEL, 2021, p. 84.<sup>129</sup>

A primeira dimensão proposta pela autora envolve a abordagem mais teórica do tema. Para o estudo dos algoritmos, Dogruel (2021, p. 76) propõe uma diferenciação interessante entre consciência e conhecimento (*awareness and knowledge*):

Enquanto a conscientização captura até que ponto os usuários podem dizer que os algoritmos são implementados em um determinado serviço e como eles funcionam (por exemplo, classificação, ranqueamento, filtragem de conteúdo), o conhecimento, em contraste, visa capturar a compreensão geral dos usuários sobre os tipos, funções e abrangência dos algoritmos na Internet.<sup>130</sup> (DOGRUEL, 2021, p. 76)

A dimensão seguinte, relacionada à avaliação (crítica), demonstra pela própria descrição uma profunda relação com o escopo da AMI.

(avaliação) também é uma categoria chave nas abordagens de alfabetização existentes, baseadas na suposição de que ser capaz de avaliar e refletir sobre técnicas e conteúdos relacionados à mídia é uma pré-condição para ser capaz de

<sup>129</sup> Assim como, e pelos mesmos motivos expostos na nota da Figura 11, optou-se por manter os termos originais da Figura 12 sem qualquer tradução ou adaptação.

<sup>130</sup> Tradução do autor para “While awareness captures to what extent users can tell that algorithms are implemented in a given service and how they function (e.g., sorting, ranking, filtering content), knowledge, in contrast, aims at capturing users’ general understanding of the types, functions and scope of algorithms on the Internet.”

usar autonomamente os serviços (mídia) e desenvolver formas criativas de uso.<sup>131</sup> (DOGRUEL, 2021, p. 76)

As duas primeiras dimensões, que compõem o grupo de dimensões “cognitivas”, estão mais perceptivelmente vinculadas ao escopo da AMI, até mesmo por sua perspectiva bastante informacional e midiática, mas também porque reforça um aspecto um tanto conteudista do formato dos programas da UNESCO. As duas dimensões seguintes, contempladas na categoria de dimensões “relacionadas ao comportamento”, englobam mais diretamente a interação com algoritmos.

Aqui, abordagens diferentes e interessantes ganham espaço, uma vez que deixam expostas algumas especificidades do aprendizado e desenvolvimento de competências diretamente relacionadas aos algoritmos. A autora procede com o que ela chama de adaptação em relação às alfabetizações midiáticas ou letramentos midiáticos, especialmente na terceira dimensão, denominada *coping behavior* (comportamento de enfrentamento<sup>132</sup>).

As abordagens existentes argumentam consistentemente que as competências relacionadas ao uso de (novas) aplicações de mídia, bem como a capacidade de empregar medidas de proteção da privacidade, são componentes cruciais da alfabetização midiática. Ao adaptar esta dimensão para a área dos algoritmos, dois aspectos precisam ser levados em conta: Primeiro, temos que considerar novamente que as estratégias de enfrentamento estão ligadas aos conhecimentos e competências de avaliação dos usuários. Os usuários devem estar cientes da tomada de decisão do algoritmo em aplicativos de internet e, então, serem capazes de, pelo menos até certo ponto, avaliar os efeitos de tais ações e, conseqüentemente, implementar comportamentos de enfrentamento adequados. Em segundo lugar, e isso difere em alguns aspectos das construções anteriores de alfabetização midiática, essa dimensão não é sobre a competência de ser capaz de usar algoritmos, mas sobre a capacidade de usar algoritmos com competência. Reconhecendo que os algoritmos são empregados de forma ubíqua na Internet e que seu uso muitas vezes acontece de forma inconsciente, a alfabetização não está tão focada em desenvolver habilidades ou refletir sobre como usar algoritmos, mas sim em aprender a lidar com suas exigências e conseqüências.<sup>133</sup> (DOGRUEL, 2021, p. 77)

---

<sup>131</sup> Tradução do autor para “(evaluation) is also a key category in existing literacy approaches relying on the assumption that being able to evaluate and reflect on media-related techniques and content is a precondition for being capable of autonomously using (media) services and developing creative forms of use.”

<sup>132</sup> Na busca por uma tradução que desse conta de coping, enfrentar aqui é utilizado no sentido de lidar, e não necessariamente de conflitar.

<sup>133</sup> Tradução do autor para “Existing approaches consistently argue that competences regarding the use of (new) media applications as well as the ability to employ privacy protection measures are crucial components of media literacy. When adapting this dimension to the area of algorithms, two aspects need to be taken into account: First, we have to again consider that coping strategies are connected to users’ knowledge and evaluation competences. Users have to be *aware* of algorithm decision-making in internet applications and are then able to, at least to a certain extent, *evaluate* the effects of such actions and, consequently, implement adequate coping behaviors. Second, and this differs in some ways from previous media literacy constructs, this dimension is not about the competence of being able to use algorithms but about the ability to use

Para além das competências reflexivas e avaliativas relacionadas à prática, essa dimensão prevê o desenvolvimento de habilidades ligadas a análises comparativas entre resultados algoritmos e, ainda, à modificação dos resultados algorítmicos, com base na manipulação de filtros e diferentes *inputs*, tendo ainda em mente a proteção da privacidade (DOGRUEL, 2021).

A quarta e última dimensão contempla criação e design, e é projetada para que as “atividades do usuário possam ir além do mero uso de serviços particulares e visa contemplar formas de uso mais elaboradas, como (...) modificar algoritmos existentes ou criar aplicações algorítmicas por conta própria.”<sup>134</sup> (DOGRUEL, 2021, p. 78). Para tal dimensão, a autora reforça a importância de habilidades de programação.

A partir do entendimento do escopo da AMI e da dimensão específica da alfabetização algorítmica, o próximo tópico servirá como espaço para a abordagem de um método baseado em *loopings*, potencialmente capaz de manter os humanos no *loop* do processo de design e melhoria contínua dos algoritmos.

### **5.3 Design Science Research: um caminho para um *loop* sustentável**

A Design Science<sup>135</sup> passou a ser bastante abordada a partir da década de setenta, especialmente no campo da engenharia. E a sistematização proveniente do campo para concepção de artefatos e de melhoramentos diversos passou a ser amplamente adotada em projetos em engenharia elétrica, engenharia da computação e ciência da computação no início dos anos noventa (HEVNER et al., 2004 apud RODRIGUES, 2018, p. 116). Para Simon (1996), trata-se de um paradigma de pesquisa pragmático que demanda criação de artefatos inovadores para resolver problemas do mundo real.

---

algorithms *competently*. Acknowledging that algorithms are ubiquitously employed across the Internet and that their use often happens unconsciously, literacy is not so much focused on developing skills or reflecting on how to use algorithms but instead on learning to deal with their requirements and consequences.”

<sup>134</sup> Tradução do autor para “user activities can go beyond the mere use of particular services and aims at capturing more elaborate forms of usage, such as (...) modifying existing algorithms or creating algorithmic applications themselves.”

<sup>135</sup> Alguns autores utilizam a tradução “Ciência de Projeto” para se referir ao termo. Neste trabalho, optou-se por fazer uso do termo original em virtude da variedade de traduções possíveis para “Design”.

A respeito da origem da *Design Science* e das pesquisas no campo, Rodrigues (2016)

afirma:

O termo *Design Science* surgiu na década de sessenta e os primeiros autores a utilizá-lo foram Fuller (1963), e Gregory (1966). Ambos concordavam a respeito da necessidade de buscar uma forma mais sistemática para projetar artefatos ou melhoramentos e assim surgiu a DSR (*Design Science Research* ou pesquisa baseada em *Design Science*). Richard Buckminster Fuller, foi o primeiro a utilizar o termo em seus projetos sobre arquitetura, engenharia e sustentabilidade. Mesmo sendo duas vezes expulso de Harvard, R. B. Fuller se tornou mundialmente conhecido por suas invenções, como o domo geodésico e o método sinérgico. Suas obras na década de sessenta fizeram parte do que ele chamou de *World Design Science Decade*, e falavam de planejamento de recursos mundiais. Sydney A. Gregory, engenheiro, foi o primeiro a distinguir, em 1966, o Design da *Design Science Research*, ao tratar da profundidade e da visão científica existente na DSR. Para o autor, o ato de projetar algo, sem gerar nenhum tipo de conhecimento, caracteriza o puro e simples Design. (RODRIGUES, 2016, p. 53-54)

Quando Simon (1996) escreveu "*The Sciences of Artificial*", a comunidade científica envolvida com tecnologias de informação percebeu seu potencial em estudos de sistemas de informação. A partir desse ponto, a *Design Science Research*<sup>136</sup> passa ter extrema relevância para o presente trabalho, na busca por ser capaz de compreender a aderência do conceito a projetos ligados às tecnologias de informação e potencialmente ao design de algoritmos.

Para Weiringa (2009), a DSR é um tipo de pesquisa que visa dar conta de dois tipos de problema: "Problemas práticos": demandam uma mudança no mundo que melhor concorde com os objetivos dos tomadores de decisão relacionados ao problema; "Problemas de conhecimento"<sup>137</sup>: demandam uma mudança em nosso conhecimento sobre o mundo.

Para resolver um problema prático, o mundo real é modificado para se adequar a propósitos humanos, mas para resolver um "problema de conhecimento", nós adquirimos conhecimento sobre o mundo sem necessariamente mudá-lo. Em Design Science, estes dois tipos de problema são mutuamente aninhados, mas tal aninhamento não deve nos cegar para o fato de que suas resoluções de problema e seus métodos de justificativas para soluções são diferentes.<sup>138</sup> (WIERINGA, 2009, p. 1)

---

<sup>136</sup> Muitos autores, incluindo os citados neste capítulo, utilizam "Design Science" e "Design Science Research" como sinônimos. Por vezes, alguns autores utilizam o primeiro termo para representar uma teoria, e a "DSR" seria o método de pesquisa oriundo desta teoria. E concordância com esta linha de raciocínio, os termos são aqui empregados com significados semelhantes aos percebidos na diferença entre Ciência da Computação e Pesquisa em Ciência da Computação, por exemplo.

<sup>137</sup> Tradução do autor para a expressão "knowledge problems", de Roel J. Wieringa (2009).

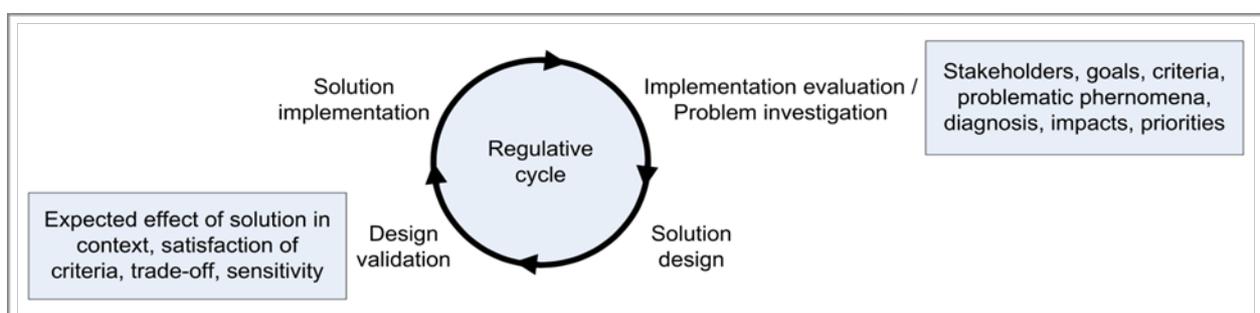
<sup>138</sup> Tradução do autor para "To solve a practical problem, the real world is changed to suit human purposes, but to solve a knowledge problem, we acquire knowledge about the world without necessarily changing it. In design science, these two kinds of problems are mutually nested, but this nesting should not blind us for the fact that their problem-solving and solution justification methods are different."

O autor ainda adverte sobre as diferenças nas próprias diferenças encontradas nos dois tipos de problema. O problema prático (que exige o desenvolvimento, melhoramento ou a criação de um artefato) pode ser considerado como a diferença entre o mundo experimentado pelos stakeholders e aquele no qual gostariam de estar. O problema que diz respeito ao conhecimento exige, basicamente, que seja gerado conhecimento; e pode ser considerado como a diferença entre o atual conhecimento dos stakeholders sobre o mundo e o que eles gostariam de saber (WIERINGA, 2009).

A junção de problemas de naturezas diferentes sob um mesmo guarda-chuva metodológico não deve excluir, ainda assim, a ideia de diferentes abordagens e resultados. Problemas práticos aguardam soluções, enquanto problemas relacionados ao conhecimento esperam por respostas. Diante de todas as problematizações expostas na construção desta tese até aqui, muitos problemas de conhecimento foram debatidos; contudo, é importante verificar se muitas das respostas ou mesmo das perguntas não podem ser utilizadas para a construção de algoritmos menos invisíveis e/ou opacos. É a partir deste ponto de confluência, que a DSR passa a ocupar o espaço de um método com potencial capaz de auxiliar na construção de algoritmos mais justos e compreensíveis.

Em DSR, um problema prático é o responsável por guiar a pesquisa, e a partir dele surgirão outros problemas práticos e questões sobre o conhecimento. Para Wieringa (2009), estes problemas e questões encadeiam um verdadeiro ciclo, que o autor chamou de “Ciclo Regulador”. A mecânica do ciclo em questão é representada na Figura 24, a seguir.

Figura 24 - *Regulative Cycle*.



Fonte: WIERINGA, 2009.

O ciclo se inicia com a “investigação do problema” (*problem investigation*), uma etapa considerada como uma questão acerca do conhecimento. Sua natureza teórica fica bastante evidenciada pela busca de informação como um modo de entender o problema,

sem ter ainda a capacidade de mudá-lo. A etapa seguinte, o “desenvolvimento de solução” (*solution design*), caracteriza-se pelo enfrentamento de um problema prático. Apesar do uso do termo “solução”, esta etapa refere-se ao processo de desenvolvimento, criação e planejamento de uma potencial solução (WIERINGA, 2009 apud RODRIGUES, 2018, p. 117-118).

Wieringa (2009) faz algumas ressalvas importantes sobre o uso do termo em questão.

Chamar essa tarefa de “design de solução” é otimista porque pode cegar o leitor para a possibilidade de que “soluções” podem ser projetadas de modo que após a implementação se descubra que piorou as coisas, ao menos para alguns stakeholders. “Melhoramento” tem o mesmo problema; “artefato” pode cegar o leitor para soluções organizacionais, e “tratamento” e “intervenção” têm o problema inverso. “Provisão” não tem quaisquer desses problemas mas é raramente usado. Então, usarei o termo “solução” mas utilize alguns dos outros termos caso se encaixem melhor no contexto.<sup>139</sup> (WIERINGA, 2009, p. 4)

A “validação de projeto” (*design validation*) é uma etapa baseada na construção de conhecimento, onde o pesquisador analisa os potenciais resultados de uma implementação bem-sucedida do projeto realizado. O ciclo segue com a etapa de implementação (*implementation*), totalmente prática e tem como última etapa a ser descrita, a avaliação de implementação (*implementation evaluation*), que também tem objetivo de gerar conhecimento científico sobre a pesquisa realizada.

A natureza visualmente cíclica da grande maioria dos esquemas de DSR não expressam o que se torna possível perceber analisando em mais detalhes as etapas do “Ciclo Regulador” de Wieringa (2009), por exemplo: a recursividade.

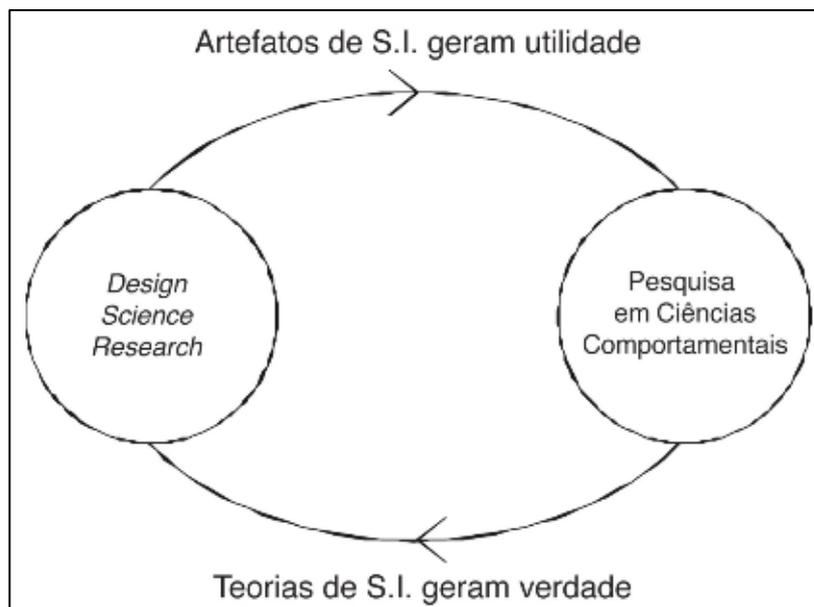
Assim como o *loop* abordado no início deste capítulo, ou no exemplos dos espelhos produzindo imagens especulares “infinitas”, a recursividade está presente, produzindo resultados diferentes a cada ciclo. Bem como estabelecido por Hui (2019), é nesta “evolução” potencial onde reside a força destas estruturas recursivas.

As trocas constantes entre ambientes e avanços teóricos e práticos também pode ser promissora neste contexto. A esquematização de Hevner e Chatterjee (2010), conforme Figura 25, permite uma expressão dessas relações de maneira visual.

---

<sup>139</sup> Tradução do autor para “Calling this task solution design is optimistic because it may blind the reader to the possibility that ‘solutions’ may be designed that after implementation will turn out to have made things worse, at least for some stakeholders. ‘Improvement’ has the same problem; ‘artifact’ may blind the reader for organizational solutions, and ‘treatment’ and ‘intervention’ have the opposite problem. ‘Provision’ has none of these problems but is rarely used. So I will use the term ‘solution’ but use some of the the other terms if they fit the context better.”

Figura 25 – Natureza complementar de pesquisa em Design Science e Ciências Comportamentais.



Fonte: Adaptado de HEVNER; CHATTERJEE, 2010.

A natureza complementar expõe novamente o potencial de “mduança de patamar” em cada nova etapa do ciclo. Como os cristais que se formam construindo as estruturas para que a cristalização prossiga (SIMONDON, 2009), o método evocado aqui como possibilidade encontra nos processos recursivos apresentados até aqui a sua própria lógica fundamental.

Dehaene (2022), ao explorar as relações, diferenças e proximidades entre o aprendizado humano e o aprendizado de máquinas, o autor identifica uma interessante estratégia utilizada no aprendizado de máquinas: um sistema de redes de neurônios artificiais conhecida como uma rede “ator-crítico”, utilizada, bem como em outros contextos, para construir “inteligências artificiais” capazes de obter os melhores resultados em jogos como xadrez e Go.

O truque encontrado pelos cientistas da computação consiste em programar a máquina para fazer duas coisas ao mesmo tempo: agir e autoavaliar-se. Uma parte do sistema, chamada “O Crítico”, aprende a prever o escore final. O objetivo desta rede de neurônios artificiais é avaliar, com a maior precisão possível, a situação do jogo, de modo a prever a recompensa final: estou ganhando ou perdendo? Meu equilíbrio é estável ou está prestes a cair? Graças a essa crítica, que emerge numa das duas partes da máquina, o sistema consegue avaliar as próprias ações a cada momento e não apenas no final. A outra metade da máquina, o “agente, pode então usar essa avaliação e corrigir-se: Peraí! É melhor eu evitar esta ou aquela ação, porque “O Crítico” acha que eu poderia estar aumentando minhas chances de perder. Tentativa após tentativa, o ator e o crítico avançam juntos: o primeiro aprende a agir sabiamente, voltando-se para as ações mais eficazes, enquanto o segundo aprende a avaliar as consequências desses atos de

maneira cada vez mais exata.(...) A estratégia que combina um ator e um crítico é uma das mais eficazes da inteligência artificial atual. Quando essa estratégia ganha o apoio de uma rede neural hierárquica, realiza prodígios. Já em 1980, ela possibilitou a uma rede neural a vitória na copa do mundo de gamão. (DEHAENE, 2022, p. 50-51)

Para além de resultados que podem parecer “improdutivos”, esse mesmo tipo de rede permitiu ao Google reduzir seu consumo de energia em até 40%, poupando dezenas de milhões de dólares (DEHAENE, 2022, p. 52). Além do método que conjuga “ator” e “crítico”, outros métodos como o da “aprendizagem contraditória”, permitem, por exemplo, que um sistema formado por – digamos – um “perito” e um “produtor” gerem cópias impressionantes de obras de Van Gogh.

A lógica de um sistema bipartido em partes que se auxiliam, em ciclos de evolução, é bastante semelhante à que constitui a base da DSR. Apesar da ironia presente, em utilizar um método bastante conhecido para aprendizado de máquinas em um contexto no qual humanos, e provavelmente máquinas também, possam construir máquinas “melhores”, os potenciais de geração de conhecimento científico e aprimoramento dos designs algorítmicos parecem promissores e abrem espaço para verificações mais profundas e longas do que as completamente possíveis aqui.

Apesar da notável “distância” existente entre o “uso” de um sistema de informação tradicional e um algoritmo – exposta no início deste capítulo –, já que este último é mais abstrato, dentro da própria abstração do sistema, a troca entre o contexto observável a partir dos *inputs* das Ciências Comportamentais e a própria evolução/construção do artefato permite vislumbrar um cenário bastante interessante. Assim, como na associação das naturezas distintas de problemas, delineada por Wieringa (2009), segundo Hevner e Chatterjee (2010), a base dos processos cíclicos da DSR consiste nessa construção a partir de elementos inexoráveis.

Tecnologia e comportamento não são dicotômicos em um sistema de informação. Eles são inseparáveis. São similarmente inseparáveis em pesquisas em Sistemas de Informação. Filosoficamente, estes argumentos são extraídos de uma filosofia pragmática que argumenta que verdade (teoria justificada) e utilidade (artefatos que são efetivos) são dois lados da mesma moeda e que pesquisas científicas devem ser avaliadas à luz de suas implicações práticas. Em outras palavras, a relevância prática dos resultados de pesquisa deve ser valorizada assim como o rigor da pesquisa realizada para alcançar o resultado.<sup>140</sup> (HEVNER; CHATTERJEE, 2010, p. 11-12)

---

<sup>140</sup> Tradução do autor para “Technology and behavior are not dichotomous in an information system. They are inseparable. They are similarly inseparable in IS research. Philosophically these arguments draw from a pragmatist philosophy that argues that truth (justified theory) and utility (artifacts that are effective) are two sides of the same coin and that scientific research should be evaluated in light of its practical implications. In

Para atingir os objetivos de pesquisa dessa natureza, é possível identificar algumas orientações (guidelines) descritas por Hevner e Chatterjee, conforme o Quadro 7 a seguir:

Quadro 7 - *Design Science Research guidelines*.

Orientação	Descrição
Orientação 1: Design como um artefato	<i>Design Science Research</i> deve produzir um artefato viável em forma de uma construção, um modelo, um método ou uma instanciação.
Orientação 2: Relevância do problema	O objetivo da <i>Design Science Research</i> é desenvolver soluções baseadas em tecnologia para problemas importantes e relevantes para empresas e instituições.
Orientação 3: Avaliação do design	A utilidade, qualidade e eficácia do artefato deve ser rigorosamente demonstrada através de métodos de avaliação bem executados.
Orientação 4: Contribuições da pesquisa	Uma <i>Design Science Research</i> efetiva deve fornecer contribuições claras e verificáveis nas áreas do artefato de design, fundamentos de design e/ou metodologias de design.
Orientação 5: Rigor de pesquisa	<i>Design Science Research</i> é baseada na aplicação de métodos rigorosos tanto na construção como na avaliação do artefato de design.
Orientação 6: Design como processo de busca	A busca por um artefato efetivo requer a utilização de meios disponíveis para alcançar os objetivos desejados enquanto satisfaz leis no ambiente do problema.
Orientação 7: Comunicação de pesquisa	<i>Design Science Research</i> deve ser apresentada efetivamente para públicos voltados para tecnologia e para públicos voltados para gestão.

FONTE: Adaptado de HEVNER et al., 2004<sup>141</sup>.

De acordo com os autores das orientações expostas acima, algumas teorias científicas podem explicar fenômenos existentes ou emergentes em uma organização, mas nem sempre as pesquisas deveriam parar neste ponto. A DSR aplicada a sistemas de informação não lida só com os potenciais sistemas ou mecanismos originados ou melhorados, mas principalmente com a tecnologia e o ambiente os circundam (RODRIGUES, 2016, p. 60), e por isso porta consigo um potencial de utilidade diante de todos os aspectos sociais que afetam, mas principalmente são afetados, pelos produtos tecnológicos de nosso tempo. A partir desses ciclos, tanto Wieringa (2009) como Hevner et al. (2004; 2010), afirmam que a *Design Science* pode ser descrita como o Design e a validação de propostas de solução para problemas práticos.

---

other words, the practical relevance of the research result should be valued equally with the rigor of the research performed to achieve the result.”

<sup>141</sup> Tradução do autor.

A *Design Science Research* pode ser capaz, ainda, de unir a capacidade da ciência de entender “o que é”, e a do design de projetar “o que pode ser” (HEVNER; CHATTERJEE, 2010). E é com base nesse potencial que esta tese buscou apresentar a DSR como um caminho metodológico capaz de adicionar muitas das perspectivas abordadas ao longo da tese, de maneira produtiva e ética, incluindo partes interessadas em um processo que tem sua complexidade aumentada a cada dia.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Redigir uma tese sobre tecnologia em 2023 é correr contra o tempo para que alguns de seus argumentos ainda sejam válidos até o dia seguinte. Para além de todo processo que envolve a escrita de uma tese, das trilhas percorridas ao longo da pesquisa que deu origem a esta, e do grande amadurecimento filosófico, científico e técnico do próprio autor, parece que aqui é um bom momento para falar de tudo que não está aqui. A quantidade de revisões e de atualizações que essa tese “demandou” por sua própria natureza é, também, constituidora das evoluções mencionadas.

Diante da quantidade de referências, leituras e explorações, também coube o desafio de tentar redigir uma obra acessível, bastante objetiva, de modo que se alcance seu objetivo ulterior, que não cabe dentro do próprio texto: alcançar um público maior do que o reduzido daqueles que se dedicam grandemente a estudar alguns dos temas que constam aqui.

Sob a perspectiva da origem, maturação e verificação das hipóteses apresentadas na etapa introdutória, inicia-se aqui uma busca pela reconstrução breve dos caminhos trilhados a partir da pergunta que norteou esse trabalho, a saber: “quais são os principais obstáculos para os avanços que permitam o desenvolvimento de algoritmos mais transparentes, visíveis, interpretáveis, explicáveis e compreensíveis?”

A construção dessa resposta se iniciou com a construção do capítulo 2, que pode ser definido como uma intenção de contextualização a respeito do cenário de *Big Data* e as dobras que ele abriga. Como quem busca analisar um corpo, e recorre a certas partes deste, tecidos, células e até moléculas, as primeiras partes do capítulo em voga foram construídas para constituir uma análise semântica das peças que montam o quebra-cabeças (bastante simples) do *Big Data*, buscando também estabelecer uma relação entre estas partes e o todo, em uma construção – que me permito aqui classificar, a partir de Alfred North Whitehead, amplamente citado por Parisi (2013), como – bastante mereotológica.

O capítulo 2 se encerra com uma contextualização de viés mais histórico sobre a evolução dos computadores. A compreensão da origem das máquinas tem grande relevância na construção de uma visão do pensamento que originou os primeiros algoritmos e os primeiros construtos capazes de processá-los. A constituição do capítulo 2 busca resolver uma eventual lacuna contextual a respeito da origem dos computadores e de sua

evolução ao ponto de lidarem processualmente com este *Big Data*. Compreender esta dinâmica sob uma ótica mais semântica, histórica, e até mesmo didática, facilita o desdobrar do debate mais aprofundado sobre os algoritmos que tomou lugar no capítulo 3.

Apresentando um certo paralelismo histórico em relação ao fim do segundo capítulo, o terceiro foi planejado para que apresentasse uma visão da origem e evolução mais matemática do algoritmo, mas sem abandonar ou permitir um distanciamento muito grande do que ele representa na atualidade. A história narrada teve a função de apresentar o algoritmo e suas potencialidades, ao mesmo tempo que se buscava o afastamento de qualquer “endeusamento”, sem defender qualquer tipo de simplificação de seu conceito. Abordar o algoritmo como uma receita de bolo, por exemplo, pode ser uma ação emergente da intenção de facilitar a compreensão, mas afasta qualquer um que tenha contato inicial e relevante com esta noção da representação real do algoritmo em suas potencialidades.

Neste trajeto, os conceitos de recursividade, mediação e os relacionados à própria gênese de uma cultura algorítmica ganharam espaço, permitindo uma dimensão de seus impactos na sociedade. Esta base conceitual, que também adquire nesta obra alguns aspectos contextuais, preparou a abordagem dos tópicos seguintes, que se relacionam diretamente com a questão problematizadora, referência para a construção que agora apresenta sua parte final.

Os conceitos de transparência e explicabilidade algorítmicas emergem, na sequência, com a intenção de dimensionar características idealizadas como pertencentes ao âmago da boa relação entre humanos e algoritmos. Com uma abordagem também conceitual e contextual, as características desejadas também se desdobraram aqui como desafios complexos da atualidade.

A última parte deste capítulo que se dedicou aos algoritmos é formada pelas discussões em torno da invisibilidade algorítmica e da proposta de uma alegoria conceitual que dê conta de tal característica. A “caixa espelhada”, uma derivação da caixa-preta de Frank Pasquale (2015), representa um ponto no texto que marca o fim da apresentação dos atributos mais contextualizáveis e perceptíveis da dimensão algorítmica, bem como de seus aspectos cruciais nos pontos de contato com a humanidade. Ao mesmo tempo, inaugura a possibilidade de abertura de uma nova caixa de conexões possíveis, agora em uma abordagem mais metafísica, que coube no capítulo quarto.

“Espelhos mágicos (...)” traduz a dimensão ainda menos palpável da abordagem

perseguida para que se pudesse mostrar uma perspectiva geral já bastante presente nas publicações científicas por meio de relações interessantes que, a partir do algoritmo, exploram o animismo, o fetichismo, a magia, a fé, o encantamento, o feitiço e a religião.

Para além dessas dimensões, o capítulo referido também apresenta como algumas dessas conexões são possíveis a partir de uma visão computacional, ao abordar a incomputabilidade, incerteza e contingência como aspectos que, racionalmente, fogem da previsibilidade de *outputs* e afastam a noção da determinação como aspecto obrigatório nas operações computacionais. A partir de exemplos que se valem da própria lógica matemática, este tópico do capítulo tanto permite uma leitura diferente do tópico anterior, como abre possibilidades interpretativas para o tópico seguinte.

A terceira e última parte do capítulo 4 é um retorno à metáfora da caixa espelhada, agora vestida de possibilidades metafísicas. Por vias lacanianas e simondonianas, se valendo de uma seleção de algumas de suas muitas abordagens metafóricas e bastante visuais, o espelho é reiterado, agora com um reforço de sua dimensão ofuscante e como artefato potencialmente ilusório e ludibriante. As noções de modulação e as abordagens de processos de individuação dão forma a um potencial algorítmico até então inexplorado no texto, ao passo que também destaca-se a capacidade de criação de dimensões ou realidades paralelas, sob a ótica dos filtros algorítmicos.

Com o máximo de materialidade quanto foi possível utilizar, mesmo que para abordar os aspectos mais intangíveis, a partir dos alicerces teóricos escolhidos o quarto capítulo marca o aprofundamento mais denso da tese – ainda que não haja para o presente trabalho a intenção de um aprofundar-se em medida que abandone-se o escopo proposto – para revisitar os aspectos de ofuscação, invisibilidade, incompreensibilidade e opacidade por uma entrada que não a utilizada no capítulo 3, mas por um caminho mais filosófico e problematizador.

A base do pensamento que aproxima a ideia mágica dos aspectos mais práticos da educação, design e da compreensibilidade, dispostos no capítulo cinco, encontram fundamento em um trecho que sintetiza alguns dos elementos que constituem essa relação humano-algoritmo na atualidade, especialmente quando abordamos as “inteligências artificiais”:

Os sistemas de IA hoje, e talvez inerentemente, falham na tentativa de ensinar ou explicar como chegam a suas soluções ou de explicar porque essas soluções são superiores. Cabe aos seres humanos decifrar o significado do que os sistemas de IA estão fazendo e desenvolver interpretações. De certa forma, a IA é comparável

ao clássico oráculo de Delfos, que deixou para os seres humanos a interpretação de suas mensagens enigmáticas sobre o destino humano.<sup>142</sup> (KISSINGER; SCHMIDT; HUTTENLOCHER, 2019)

A referência ao oráculo de Delfos demonstra, mais uma vez, o aspecto inexplicável por vezes atribuído à tecnologia, fazendo referência às previsões, muitas vezes indecifráveis ou codificadas em charadas ou poesias, das sacerdotisas de Delfos.

O já citado capítulo quinto e último representa a busca por “um entendimento e verificação de possíveis caminhos metodológicos e abordagens que apoiem tanto o desenvolvimento de algoritmos com tais características como a facilitação da percepção, interpretação e compreensão por parte da população que os utiliza no contexto atual”.

A ideia do *loop*, com fortes conexões com a recursividade, emerge como uma perspectiva de coexistência justa e produtiva para humanos e algoritmos. E mais do que coexistir, esse *loop* no contexto da IHA é uma defesa pela manutenção do aspecto humano nos processos do desenvolvimento desse tipo de artefato ou aplicação. Um humano que aqui não seja compreendido como uma amostragem de alguns engenheiros da computação ou programadores experientes, mas como uma amostra real que também seja composta pela população que, simplesmente, é impactada pela dinâmica social algoritmizada.

Nesse capítulo, compreende-se que humanos não são usuários de sistemas algorítmicos nos mesmos moldes que a maioria das referências sobre Interação Humano-Máquina ou Design Centrado no Usuário utiliza. Trata-se, potencialmente, de usos involuntários, de ser afetado, muitas das vezes sem que uma pessoa entenda que houve alguma interação humano-algoritmo.

Como verificação de caminhos para a compreensibilidade, também projetada na introdução dessa tese, a exploração de técnicas, processos, bases teóricas e métodos para melhorias no processo de design de algoritmos acontece na abordagem sobre a referida IHA, assim como sobre a DSR como um método com capacidades bastante relevantes para manutenção do humano nesse referido *loop* capaz de gerar produtos éticos e eficientes.

Partindo da hipótese da compreensibilidade como um “meio do caminho” entre explicabilidade e conhecimento humano, a AMI foi explorada a partir de análise bibliográfica e documental, e identificada como um campo realmente capaz de abrigar uma

---

<sup>142</sup> Tradução do autor para “AI systems today, and perhaps inherently, struggle to teach or to explain how they arrive at their solutions or why those solutions are superior. It is up to human beings to decipher the significance of what AI systems are doing and to develop interpretations. In some ways, AI is comparable to the classical oracle of Delphi, which left to human beings the interpretation of its cryptic messages about human destiny.”

“alfabetização algorítmica” (DOGRUEL, 2021).

O capítulo abre espaço para comprovações mais específicas e práticas a respeito da utilização da AMI no escopo da IHA. Uma implementação que se desenha timidamente nos muitos documentos da UNESCO, mas que não se percebe empiricamente na prática da educação em contexto nacional. E, ao abordar todas as sinergias perceptíveis entre o contexto apresentado e a DSR, a última parte da tese também serve como base para futuras pesquisas e aprofundamentos para uma verificação de cunho experimental sobre os reais efeitos da implementação do método no desenvolvimento de algoritmos.

Essa tese não pretende apoiar um mergulho acrítico no espelho e nem mesmo que este seja quebrado, como poderiam propor alguns neoluditas. Entre tecnofilia e tecnofobia, esse texto é, sim, bastante pessimista ao descrever o cenário que já se apresenta diante de nós. Mas há aqui um lado bastante otimista que, em meio à artificialidade que cerca a própria existência humana, é capaz de aparecer nas propostas de integração entre humanos e algoritmos em muitos dos processos mencionados. Não há, também, qualquer negação dessa coexistência.

A caixa espelhada é, como não poderia deixar de ser antes de tudo, um convite à reflexão. Se por meio de analogias, metáforas e alegorias conceituais for possível facilitar a compreensão ou mesmo a percepção das dinâmicas que nos cercam e dos elementos que as compõem, como fizeram muitos dos competentes autores referenciados aqui, acredito que a tese, que ora se encerra, terá sido escrita por boa razão.

## REFERÊNCIAS

- AMERSHI, S.; CAKMAK, M.; KNOX, W. B.; KULESZA, T. Power to the People: The role of Humans in Interactive Machine Learning. In: *AI Magazine*, v. 35, n. 4, 2014. <https://ojs.aaai.org/aimagazine/index.php/aimagazine/article/view/2513>. Acesso em: fev. 2023.
- ANANNY, M; CRAWFORD, K. Seeing without knowing: Limitations of the transparency ideal and its application to algorithmic accountability. In: *New Media & Society*, 2016. Disponível em: [http://mike.ananny.org/papers/anannyCrawford\\_seeingWithoutKnowing\\_2016.pdf](http://mike.ananny.org/papers/anannyCrawford_seeingWithoutKnowing_2016.pdf). Acesso em: ago. 2021.
- BABBAGE, C. In: *Charles Babbage and his Calculating Engines: Selected Writings by Charles Babbage and Others*. Ed. MORRISON, P.; MORRISON, E. New York: Dover, 1961.
- BARBOSA, S.; SILVA, B. *Interação humano-computador*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.
- BARRETO, A. As tecnologias intensivas de informação e comunicação e o reposicionamento dos atores do setor. In: *INFO 97*, Cuba, 1997. Disponível em: [https://www.academia.edu/7729842/As\\_tecnologias\\_intensivas\\_de\\_informa%C3%A7%C3%A3o\\_e\\_o\\_reposicionamento\\_de\\_atores\\_do\\_setor](https://www.academia.edu/7729842/As_tecnologias_intensivas_de_informa%C3%A7%C3%A3o_e_o_reposicionamento_de_atores_do_setor). Acesso em: set. 2020.
- BATESON, G., *Steps to an ecology of mind*. New York: Ballantine Books, 1972.
- BAUMAN, Z.; LYON, D. *Vigilância Líquida*. Rio de Janeiro: Zahar, 2013.
- BELKIN, N. J. Anomalous State of Knowledge as basis for information retrieval. In: *The Canadian Journal of Information Science*, Toronto, v. 5, 1980.
- BELKIN, N. J.; ODDY, R. N.; BROOKS, H. M. ASK for information retrieval: part I. background and theory. *Journal of Documentation*, v.38, n.2, 1982.
- BELKIN, N. J. Helping people find what they don't know. *Communications of the ACM* v. 43, n. 8, p. 58-61, 2000.
- BENIGER, J. *The Control Revolution*. Cambridge: Harvard University Press, 1989.
- BERLINSKI, D. *The Advent of the Algorithm: The Ideas that Rule the World*. New York: Harcourt, 2000.
- BERNERS-LEE, T. *Weaving the web*. Harper Business, 2000.

BIRD-DAVID, N. "Animismo" revisitado: pessoa, meio ambiente e epistemologia relacional. Trad. Kleyton Rattes. In: Debates do NER, Porto Alegre, n. 35, 2019. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/debatesdoner/article/view/95698>. Acesso em maio. 2023.

BOGALHEIRO, M. *Techno-Animism* or the magical existence of technical objects. In: International Journal of Film and Media Arts, v. 6, n. 1, 2021.

BOGOST, I. The Cathedral of Computation. In: The Atlantic, 2015. Disponível em: <https://www.theatlantic.com/technology/archive/2015/01/the-cathedral-of-computation/384300/>. Acesso em: nov. 2021.

BOUTANG, Y. Cognitive capitalism. Trad. Ed Emery. Cambridge: Polity Press, 2011.

BOYD, D. Streams of Content, Limited Attention: The Flow of Information through Social Media. Palestra para Web 2.0 Expo. New York, 2009. Disponível em: <http://danah.org/papers/talks/Web2Expo.html>. Acesso em: jul. 2019.

BRATTON, B. Outing Artificial Intelligence. Reckoning with Turing Tests. In: PASQUINELLI, M. (Org.) Alleys of Your Mind. Augmented Intelligence and Its Traumas, 2015. Disponível: <https://mediarep.org/handle/doc/3016>. Acesso em dez. 2022.

BRATTON, B. The Stack: on software and sovereignty. Massachusetts: MIT Press, 2016.

BRUNO, G. On magic. In: BLACKWELL, R.; LUCCA, R. (Org.) Giordano Bruno: Cause, Principle and Unity And Essays on Magic. Cambridge: Cambridge University Press, 1998. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/CBO9781139164221.006>. Acesso em: jan. 2023.

BUCHANAN, R. Human Dignity and Human Rights: Thoughts on the Principles of Human-Centered Design. In: Design issues, v. 17, n. 3, 2001. Disponível em: <https://direct.mit.edu/desi/article-abstract/17/3/35/60057/Human-Dignity-and-Human-Rights-Thoughts-on-the?redirectedFrom=fulltext> . Acesso em: out. 2021.

BUCKLAND, Michael K.; LIU, Ziming. History of Information Science. In: ARIST- Annual Review of Information Science and Technology, v. 30, p. 385-416, 1995.

BURREL, J. How the machine 'thinks': Understanding opacity in machine learning algorithms. In: Big Data & Society (online), 2016. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/2053951715622512>. Acesso em: dez. 2021.

BUSH, V. As we may think. In: Atlantic Monthly, 1945. Disponível em: <http://www.theatlantic.com/magazine/archive/1945/07/as-we-may-think/303881/>. Acesso em: dez. 2018.

BYRD, D.; YAVELow, C. The Kurzweil 250 Digital Synthesizer. In: *Computer Music Journal*, v. 10, n. 1, 1986. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/3680298>. Acesso em: dez. 2021.

CAFFENTZIS, G. Crystals and Analytic Engines: Historical and Conceptual Preliminaries to a New Theory of Machines. In: *efêmera*, v. 7, n. 1, 2007. Disponível em: <https://ephemerajournal.org/sites/default/files/2022-01/7-1caffentzis.pdf>. Acesso em: mai. 2023.

CAPLAN, R; DONOVAN, J; HANSON, L; MATTHEWS, J. Algorithmic Accountability: A Primer. In: *Data & Society* (online), 2018. Disponível em: <https://datasociety.net/library/algorithmic-accountability-a-primer/>. Acesso em: out. 2020.

CAPURRO, R.; HJORLAND, B. O conceito de informação. In: *Perspectivas em Ciência da Informação*. Belo Horizonte, v.12, n.1, 2007. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-9362007000100012&script=sci\\_arttext&lng=e](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-9362007000100012&script=sci_arttext&lng=e). Acesso em: out. 2020.

CASTELLS, M. *A sociedade em rede*. 9. ed. rev. ampl. São Paulo: Paz e Terra, 2006.

CHAITIN, G. *Meta Math! The Quest for Omega*. New York: Pantheon, 2005.

CHALINE, E. *50 máquinas que mudaram o rumo da História*. Rio de Janeiro: Sextante, 2014.

CHOO, C. W. *The knowing organization: How organizations use information to construct meaning, create knowledge, and make decisions*. Oxford: Oxford University Press, 2006.

CORSANI, A. Elementos de uma ruptura: a hipótese do capitalismo cognitivo. In: COCCO, G. et al. (Orgs.). *Capitalismo cognitivo: trabalho, redes e inovação*. Rio de Janeiro: DP&A Editora, 2003.

CHRISTENSEN, L; CHENEY, G. Peering into transparency: challenging ideals, proxies and organizational practices. In: *Communication Theory*, v. 25, n. 1, p. 70 – 90, 2015.

CRARY, J. *24/7: capitalismo tardio e os fins do sono*. Trad. Joaquim Toledo Jr. São Paulo: Cosac Naify, 2014.

DAVENPORT, T. *Ecologia da informação: porque só a tecnologia não basta para o sucesso na era da informação*. São Paulo: Futura, 1998.

\_\_\_\_\_. *Big Data at Work: Dispelling the Myths, Uncovering the Opportunities*. Boston: Harvard Business Review Press Books, 2014.

DAVENPORT, T; BARTH, P; BEAN, R. How 'Big Data' is different. In: MIT Sloan Management Review, v. 54, n. 1, 2012. Disponível em: [https://www.hbs.edu/ris/Publication%20Files/SMR-How-Big-Data-Is-Different\\_782ad61f-8e5f-4b1e-b79f-83f33c903455.pdf](https://www.hbs.edu/ris/Publication%20Files/SMR-How-Big-Data-Is-Different_782ad61f-8e5f-4b1e-b79f-83f33c903455.pdf). Acesso em fev. 2018.

DEHAENE, S. É assim que aprendemos: por que o cérebro funciona melhor do que qualquer máquina (ainda...). Trad. Rodolfo Ilari. São Paulo: Contexto, 2022.

DELEUZE, G. Diferença e repetição. Trad. Luiz Orlandi; Roberto Machado. Rio de Janeiro: Graal, 1988.

\_\_\_\_\_. *Post-scriptum* sobre as sociedades de controle. In: Conversações (1992). São Paulo: Editora 34, p. 219-226, 1990.

\_\_\_\_\_. Conversações. São Paulo: 34, 1992.

\_\_\_\_\_. Gilbert Simondon, o indivíduo e sua gênese físico-biológica. In: O reencantamento do concreto: cadernos de subjetividade. Org. PELBART, P.; COSTA, R. São Paulo: Hucitec, 2003.

DELEUZE, G; GUATTARI, F. Mil platôs. São Paulo: 34, 2012.

DERVIN, B. An overview of sense-making research: concepts, methods, and results to date. INTERNATIONAL COMMUNICATION ASSOCIATION ANNUAL MEETING. Dallas: Department of Communication, Ohio State University, Columbus, 1983. Disponível em: <http://www.ideals.uiuc.edu/html/2142/2281/Dervin83a.htm>. Acesso em: jan. 2016.

DESCARTES, R. Discurso do Método: para bem conduzir a própria razão e procurar a verdade nas ciências. 2ª ed. Trad. Jacob Grinsburg e Bento Prado Jr. In: Obras escolhidas. São Paulo: Difel, 1973.

DESCOLA, P. Beyond Nature and Culture. In: Proceedings of the British Academy, v. 139, 2006.

DIAKOPOULOS, N. Accountability in algorithmic decision making. Communications of the ACM, v. 59, p. 56-62, 2016.

DIAKOPOULOS, N; FRIEDLER, S. How to hold algorithms accountable. In: MIT Technology Review (online), 2016. Disponível em: <https://www.technologyreview.com/2016/11/17/155957/how-to-hold-algorithms-accountable/>. Acesso em jul. 2021.

DOGRUEL, L. What is Algorithm Literacy? A Conceptualization and Challenges Regarding its Empirical Measurement. In: Algorithms and Communication, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.48541/dcr.v9.3>. Acesso em: mar. 2023.

DOMINGOS, P. The Master Algorithm: how the quest for the ultimate learning machine will remake our world. New York: Basic Books, 2015.

DOS SANTOS, V; RIBEIRO, W. Spinoza, uma filosofia da imanência dos afetos. In: Kinésis: Revista de Estudos dos Pós-Graduandos em Filosofia, v. 12, n. 33, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.36311/1984-8900.2020.v12n33.p198-212>. Acesso em: fev. 2022.

DOYLE, C. Information literacy in information society: a concept for the information age. New York: Eric Clearinghouse on Information & Technology; Syracuse University, 1994.

DUDZIAK, E. A. Information literacy education: integração pedagógica entre bibliotecários e docentes visando a competência em informação e aprendizado ao longo da vida. In: XXI CONGRESSO BRASILEIRO DE BIBLIOTECONOMIA, DOCUMENTAÇÃO E CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO. Anais... Curitiba, vol.21, 2005.

DUMBILL, E. What is Big Data? In: Big Data Now: current perspectives from O'Reilly Media. California: O'Reilly Media, 2012. Disponível em: <http://www.oreilly.com/data/free/files/big>. Acesso em: mar. 2017.

ECO, U. Como se faz uma tese. São Paulo: Perspectiva, 1977, 9 ed.

\_\_\_\_\_. Sobre os espelhos e outros ensaios. 2ª edição. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1989.

FERRAZ, M. Sociedade Tecnológica: de Prometeu a Fausto. In: Contracampo, n. 4, 2000.

FINN, E. What Algorithms Want: Imagination in the Age of Computing. Cambridge: The MIT Press, 2017.

FRY, H. Hello World: Being Human in the Age of Algorithms. New York: W. W. Norton & Company, 2018.

FULLER, R; MCHALE, J. World design science decade, 1965-1975. World Resources Inventory. Illinois: Southern Illinois University, 1963. Disponível em: <https://www.bfi.org/about-fuller/world-design-science-decade/>. Acesso em: jun. 2022.

GALLOWAY, A. Gaming: Essays on Algorithmic Culture. Minneapolis: University of Minnesota Press, 2006.

- GALLOWAY, A; THACKER, E. *The Exploit*. Minneapolis: University of Minnesota Press, 2007.
- GELL, A. *Technology and Magic*. In: *Anthropology Today*, v. 4, n. 2, 1988.
- \_\_\_\_\_. *The Technology of Enchantment and the Enchantment of Technology*. In *Anthropology, Art and Aesthetics*, 1992.
- GIEBEL, M. *O Oráculo de Delfos*. Trad. Evaristo Pereira Goulart. São Paulo: Odysseus Editora, 2013.
- GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- GILLESPIE, T. *The politics of 'platforms'*. *New Media & Society*, v. 12, n. 3, 2010. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1461444809342738>. Acesso em mar. 2020.
- GILLESPIE, T. *The relevance of algorithms*. In: BOCZKOWSKI, P. et al. (Orgs.). *Media technologies: Essays on communication, materiality, and society*. Cambridge: MIT Press, 2014.
- GLEICHER, M. *A framework for Considering Comprehensibility in Modeling*. In: *Big Data*, v. 4, n. 2, 2016. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27441712/>. Acesso em: ago. 2022.
- \_\_\_\_\_. *Custodians Of The Internet*. London: Yale University Press, 2018.
- GOFFEY, A. *Algorithm*. In: FULLER, M. (ed.). *Software Studies: A Lexicon*. Cambridge: MIT Press, 2008.
- GORZ, A. *O imaterial*. Rio de Janeiro: Anablume, 2003.
- GRANOVETTER, M. *The strength of weak ties*. *American Journal of Sociology*. University Chicago Press, v. 78, n. 6, p.1930-1938, 1973.
- \_\_\_\_\_. *The strength of weak ties: a network theory revisited*. In: *Sociological Theory*. San Francisco: Ed. Randall Collins, v.1. p.2001-2233, 1983.
- GREENFIELD, A. *Radical Technologies: The Design of Everyday Life*. London: Verso, 2017.
- GREGORY, S. *The design method*. New York: Springer Science + Business Media, 1966.

GRIZZLE, A.; MOORE, P.; DEZZUANNI, M.; ASTHANA, S.; WILSON, C.; BANDA, F.; ONUMAH, C. Alfabetização midiática e informacional: diretrizes para a formulação de políticas e estratégias. Brasília: UNESCO, Cetic.br, 2016. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000246421>. Acesso em: nov. 2020.

GRIZZLE, A.; WILSON, C.; GORDON, D. et al. Media and information literate citizens: think critically, click wisely! Paris: UNESCO, 2021. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000377068>. Acesso em: mar. 2023.

GUATTARI, F. Schizoanalytic Cartographies. Trad. Andrew Goffey. London: Bloomsbury, 2013.

HADI, H.; SHNAIN, A.; HADISHAHEED, S.; AHMAD, A. Big Data and five V's characteristics. In: International Journal of Advances in Eletronics and Computer Science, v. 2, n. 1, 2015.

HALLIDAY, W. Catoptromancy. In: The Classical Review, v. 46, n. 6, p. 260-261, 1932. Disponível em: <https://philpapers.org/rec/HALC-28>. Acesso em: fev. 2020.

HAN, B. Sociedade da Transparência. Petrópolis: Vozes, 2017.

HAYLES, K. Cognition everywhere: The Rules of the Cognitive Nonconscious and the costs of Consciouness. In: New Literary History, v. 45, n. 2, 2014.

HEAD, A.; FISTER, B; MACMILAN, M. Information literacy in the age of algorithms: Student experiences with news and information, and the need for change. In: Project Information Literacy, 2020. Disponível em: <https://projectinfolit.org/publications/algorithm-study/>. Acesso em: abr. 2023.

HEVNER, A.; MARCH, S.; PARK, J.; RAM, S. Design science in information systems research. MIS Quarterly, v. 28, n. 1, 2004.

HEVNER, A.; CHATTERJEE, S. Design science research in information systems. New York: Springer, 2010.

HOBSBAWM, E. Era dos extremos: o breve século XX (1914-1991). São Paulo: Companhia das Letras, 2005.

HOLZINGER, A.; PLASS, M.; KICKMEIER-RUST, M. et al. Interactive machine learning: experimental evidence for the human in the algorithmic loop. In: Applied Intelligence, v. 49, 2019. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10489-018-1361-5>. Acesso em: mar. 2023.

HUI, Y. *Recursivity and Contingency*. London: Rowman & Littlefield, 2019.

HUME, K. When is it important for an algorithm to explain itself? In: *Harvard Business Review* [online], 2018. Disponível em: <https://hbr.org/2018/07/when-is-it-important-for-an-algorithm-to-explain-itself>. Acesso em: out. 2021.

ISO 9126-1. *Software engineering - Product quality - Part 1: Quality model*, 1991.

ISO 9241-11. *Ergonomics of human-system interaction - Part 11: Guidance on usability*, 2018.

ISO 9241-210. *Ergonomics of human-system interaction - Part 210: Human-centred design for interactive systems*, 2019.

IIVARI, J. A paradigmatic analysis of information systems as a design science. *Scandinavian Journal of Information Systems*, v. 19, n. 2, p. 39-64, 2007. Disponível em: <http://www.hec.unil.ch/documents/seminars/isi/561.pdf>. Acesso em: abr. 2022.

JOHNSON, C. *The information diet: a case for conscious consumption*. Sebastopol: O'Reilly, 2012.

JURNO, A; D'ANDREA, C. (In)visibilidade algorítmica no “Feed de Notícias” do Facebook. *CONTEMPORANEA (UFBA, Online)*, v. 15, p. 463–484, 2017.

KAHNEMAN, D. *Rápido e devagar: duas formas de pensar*. Rio de Janeiro: Objetiva, 2012.

KAUFMAN, D. A força dos “laços fracos” de Mark Granovetter no ambiente do ciberespaço. *Galaxia (São Paulo, Online)*, n. 23, p. 207-218, 2012.

KISSINGER, H.; SCHMIDT, E.; HUTTENLOCHER, D. *The Metamorphosis*. In: *The Atlantic*, 2019. Disponível em: <https://www.theatlantic.com/magazine/archive/2019/08/henry-kissinger-the-metamorphosis-ai/592771/>. Acesso em: abr. 2023.

KITCHIN, R. Thinking critically about and researching algorithms. In: *Information, Communication & Society*, v. 20, n. 1, p. 14–29, 2016. Disponível: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/1369118X.2016.1154087>. Acesso em: jun. 2021.

KUHLTHAU, C. C. Inside the search process: information seeking from the user's perspective. In: *Journal of the American Society for Information Science*, v. 42, n. 5, p. 361-371, 1991.

KURZWEIL, R. The Goals of the Kurzweil 250. Massachusetts: Kurzweil Music Systems, 1984.

\_\_\_\_\_. The singularity is near: when humans transcend biology. New York: Penguin Books, 2005.

\_\_\_\_\_. A Era das Máquinas Espirituais Trad. Fábio Fernandes. São Paulo: Aleph, 2007.

\_\_\_\_\_. Como criar uma mente: os segredos do pensamento humano Trad. Marcello Borges. São Paulo, Aleph, 2014

LACAN, J. O estádio do espelho como formador da função do eu (1966). In: J. Lacan, Escritos, p. 96-103. Rio de Janeiro: Zahar, 1998.

LAKATOS, E; MARCONI, M. Fundamentos de metodologia científica. 3 ed. rev. e ampl. São Paulo: Atlas, 1996.

\_\_\_\_\_. Metodologia do trabalho científico. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2001.

LARSON, J; MATTU, S; KIRCHNER, L; ANGWIN, J. How We Analyzed the COMPAS Recidivism Algorithm, 2016. Disponível em: <https://www.propublica.org/article/how-we-analyzed-the-compas-recidivism-algorithm>. Acesso em: fev. 2020.

LATOUR, B. Jamais fomos modernos: ensaio de antropologia simétrica. Rio de Janeiro: Editora 34, 1994.

LAZZARATO, M; NEGRI, A. Trabalho imaterial: formas de vida e produção de subjetividade. Rio de Janeiro: DP&A Editora, 2001.

LE COADIC, Y. Princípios científicos que direcionam a ciência e a tecnologia da informação digital. In: Transinformação, Campinas, v.16, n.3, p.205-213, 2004.

LIAO, Q. V.; WANG, J.; SUBRAMONYAM, H.; VAUGHAN, J. W. Designerly Understanding: Information Needs for Model Transparency to Support Design Ideation for AI-Powered User Experience. In: Proceedings of the 2023 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, p. 1 - 21, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/3544548.3580652>. Acesso em: mai. 2023.

MARENKO, B. Object-Relics and their Effects: for a Neo-Animist Paradigm. In: MEI Mediation and Information, Special Issue: Objects & Communication, 2009. Disponível em: [http://bettimarenko.org/wp-content/uploads/2016/12/FINAL\\_MEI3031\\_Marenko.pdf](http://bettimarenko.org/wp-content/uploads/2016/12/FINAL_MEI3031_Marenko.pdf). Acesso em: abr. 2023.

\_\_\_\_\_. When Making Becomes Divination: Uncertainty and Contingency in Computational Glitch-Events. In: The Interdisciplinary Journal of Design Research, v. 41, Parte A, Special Issue: Computational making, 2015. Disponível em: [http://bettimarenko.org/wp-content/uploads/2016/12/MARENKO\\_When-making-becomes-divination.pdf](http://bettimarenko.org/wp-content/uploads/2016/12/MARENKO_When-making-becomes-divination.pdf). Acesso em: abr. 2023.

\_\_\_\_\_. Algorithm magic. Gilbert Simondon and technoanimism. In: Believing in Bits: Digital Media and the Supernatural. Org. Simone Natale; Diana Pasulka. Oxford: Oxford University Press, 2019. Disponível em: [http://bettimarenko.org/wp-content/uploads/2020/02/Algorithm-Magic\\_MARENKO\\_compressed.pdf](http://bettimarenko.org/wp-content/uploads/2020/02/Algorithm-Magic_MARENKO_compressed.pdf). Acesso em: abr. 2023.

\_\_\_\_\_. Future-Crafting: The Non-humanity of Planetary Computation, or How to Live with Digital Uncertainty. In: Hybrid Ecologies. Org. Suzanne Witzgall et al. Chicago: University of Chicago Press, 2021. Disponível em: <https://tinyurl.com/4uytr656>. Acesso em: abr. 2023.

\_\_\_\_\_. Hybrid Animism. The Sensing Surfaces of Planetary Computation. In: New Formations: A Journal of Culture, Theory and Politics. Org. Philip Dickinson; Sam Durrant. Special Issue: Animism in a Planetary Frame, 2022. Disponível em: <https://tinyurl.com/y2dppbnk>. Acesso em: abr. 2023.

MARGOLIN, Victor. Políticas do Artificial: ensaios e estudos sobre design. Rio de Janeiro: Record, 2014.

MATURANA, H; VARELA, F. Autopoiesis and cognition: the realization of the living. In: Boston studies in the philosophy and history of science. Dordrecht: Reidel, 1972.

MAYHEW, D. J. Principles and Guidelines in Software User Interface Design. New Jersey: Prentice Hall, 1992.

MELITOPOULOS, A.; LAZZARATO, M. O animismo maquínico. In: Cadernos de Subjetividade (Núcleo de Estudos e Pesquisas da Subjetividade do Programa de Estudos Pós-Graduados em Psicologia Clínica da PUC-SP), v. 1, n. 1, 1993. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/cadernossujetividade/article/view/38462>. Acesso em: mar. 2023.

MOLNAR, C. Interpretable Machine Learning. A Guide for Making Black Box Models Explainable. Leanpub, 2020.

MORAVEC, H. Mind Children: The Future of Robot and Human Intelligence. Cambridge: Harvard University Press, 1988.

MORIN, E. Introdução ao pensamento complexo. Porto Alegre: Sulina, 2011.

MOROZOV, E. Don't be evil. In: The New Republic (13 de Julho), 2011. Disponível em: <https://newrepublic.com/article/91916/google-schmidt-obama-gates-technocrats>. Acesso em: ago. 2021.

\_\_\_\_\_. Big Tech: a ascensão dos dados e a morte da política. São Paulo: Ubu, 2018.

\_\_\_\_\_. Digital Socialism? The calculation debate in the age of Big Data. In: New Left Review, n. 116/117, 2019. Disponível em: <https://newleftreview.org/issues/ii116/articles/evgeny-morozov-digital-socialism>. Acesso em: jan. 2022.

MOSCO, V. After the internet: cloud computing, big data and internet of things. In: Les Enjeux de l'information et de la communication, n. 17/2, p. 145-155, 2016. Disponível em: <https://lesenjeux.univ-grenoble-alpes.fr/2016/dossier/09-after-the-internet-cloud-computing-big-data-and-the-internet-of-things/>. Acesso em abr. 2020.

MOSCHAVAKIS, Y. What is an algorithm? In: ENGQUIST et al. (ed.) Mathematics Unlimited – 2001 and Beyond. Berlin: Springer, 2001.

MOSQUEIRA-REY, E.; HERNÁNDEZ-PEREIRA E.; ALONSO-RÍOS, D.; et al. Human-in-the-loop machine learning: a state of the art. In: Artificial Intelligence Review, v. 56, 2023. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10462-022-10246-w>. Acesso em: abr. 2023.

NOBLE, S. Algorithms of oppression: How search engines reinforce racism. NYU Press, 2018.

O'NEIL, C. Algoritmos de destruição em massa: como o big data aumenta a desigualdade e ameaça a democracia. Santo André: Editora Rua do Sabão, 2020.

OXFORD, U. Oxford Students Dictionary. 3a ed. Oxford: Oxford University Press, 2013.

PAPADOPOULOS, E. Heron of Alexandria. In: Distinguished Figures in Mechanism and Machine Science, Their Contributions and Legacies, Book Series on History of Mechanism and Machine Science; Springer Verlag, 2007.

PARISER, E. O filtro invisível: o que a internet está escondendo de você. Rio de Janeiro: Zahar, 2012.

PARISI, L.; PORTANOVA, S. Soft thought (in architecture and choreography). In: Computational Culture, v. 1, n. 1, 2011. Disponível em: <http://computationalculture.net/soft-thought/>. Acesso em: dez. 2019.

PARISI, L. Contagious architecture: computation, aesthetics, and space. Massachusetts: MIT Press, 2013.

\_\_\_\_\_. Instrumental Reason, Algorithmic Capitalism and the Incomputable. In: Multitudes, v. 62, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.3917/mult.062.0098>. Acesso em ago. 2020.

\_\_\_\_\_. Reprogramming Decisionism. In: e-flux journal, v. 85, 2017. Disponível em: <https://www.e-flux.com/journal/85/155472/reprogramming-decisionism/>. Acesso em jul. 2019.

PASQUALE, F. The Black Box Society: The Secret Algorithms That Control Money and Information. Cambridge: Harvard University Press, 2015.

PASQUINELLI, M. Machines that Morph Logic: Neural Networks and the Distorted Automation of Intelligence as Statistical Inference". Glass Bead, 1: Logic Gate: The Politics of the Artifactual Mind, 2017. Disponível em: <http://www.glass-bead.org/article/960>.

PENA, B. et al. Das flores à angústia: o esquema óptico de Bouasse, por Lacan. In: Estudos de Psicanálise, Belo Horizonte, 2019. Disponível em: <http://pepsic.bvsalud.org/pdf/ep/n51/n51a14.pdf>. Acesso em: mai. 2023.

PIERANNI, S.; SAINT-UPÉRY, M. *Red Mirror: ¿qué futuro se escribe en China?*. In: Nueva Sociedad, n. 290, 2020. Disponível em: [https://static.nuso.org/media/articles/downloads/5.TC\\_Saint-Upery\\_290.pdf](https://static.nuso.org/media/articles/downloads/5.TC_Saint-Upery_290.pdf). Acesso em: jun. 2023.

RESNICK, M; BERG, R; EISENBERG, M. Beyond black boxes: bringing transparency and aesthetics back to scientific investigation. In: Journal of the Learning Sciences, vol. 9, n. 1, p. 7 – 30, 2000.

RITTER, F.; BAXTER, G.; CHURCHILL, E. Foundations for designing user-centered systems: what system designers need to know about people. London: Springer, 2014.

RODRIGUES, D. *Ciência da Informação e Web Design: Interseções teóricas em busca de melhores práticas*. (Dissertação de Mestrado, Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia / Universidade Federal do Rio de Janeiro), Rio de Janeiro, 2016.

\_\_\_\_\_. *Competência em informação e filtro invisível: uma análise dos assistentes inteligentes e da potencial aplicação dos estudos de usuários no ciberespaço*. Anais do XXII Congresso de Ciências da Comunicação na Região Sudeste 2017. São Paulo: Intercom, 2017.

\_\_\_\_\_. *Design Science Research como caminho metodológico para disciplinas e projetos de Design da Informação*. In: *InfoDesign – Revista Brasileira de Design da Informação*, v. 15, n. 1, p. 111 – 124, 2018. Disponível em: <https://www.infodesign.org.br/infodesign/article/view/564>. Acesso em: jun. 2019.

RÜDIGER, F. *As teorias de cibercultura: perspectivas, questões e autores*. Porto Alegre: Sulina, 2011.

SEMIDÃO, R. *Dados, informação e conhecimento enquanto elementos de compreensão do universo conceitual da ciência da informação: contribuições teóricas*. (Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista), Marília, 2014.

SHIN, D. *User perceptions of Algorithmic Decisions in the Personalized AI System: Perceptual Evaluation of Fairness, Accountability, Transparency and Explainability*. In: *Journal of Broadcasting & electronic Media*, v. 64, n. 4, p. 541 – 565, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/08838151.2020.1843357>. Acesso em: jan. 2023.

SHNURENKO, I.; MUROVANA, T.; KUSHCHU. *Artificial Intelligence: Media and Information Literacy, Human Rights and Freedom of Expression*. Moscow: UNESCO IITE, TheNextMinds, 2020. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375983?posInSet=28&queryId=3c5bdeea-a3ea-4ad7-87a4-a9293b9fe4bf>. Acesso em: jan. 2023.

SIBILIA, P. *O show do eu: intimidade como espetáculo*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2008.

SILVA, T. *Racismo Algorítmico em Plataformas Digitais: microagressões e discriminação em código*. In: *Comunidades, Algoritmos e Ativismos Digitais*, 2019.

SIMON, H. *The Sciences of Artificial*. Cambridge: MIT Press, 1996.

SIMONDON, G. *L'individu et sa genèse psysico-biologique*. Paris: Presses Universitaires de France, 1964.

- \_\_\_\_\_. The Position of the Problem of Ontogenesis. In: Parrhesia, v. 7, n. 1, 2009.
- \_\_\_\_\_. Technical mentality. In: Gilbert Simondon: Being and Technology. Edingburgh: Edingburgh University Press, 2012.
- \_\_\_\_\_. Sur la Technique. Paris: Presses Universitaires de France, 2014.
- \_\_\_\_\_. On the Mode of Existence of Technical Objects. Minneapolis: Univocal, 2017.
- \_\_\_\_\_. A individuação à luz das noções de forma e informação. São Paulo: Editora 34, 2020.
- SOUZA, A.; VIEIRA, L.; DOS SANTOS, L.; MACEDO, M.; ALCÂNTARA, P.; SAMPAIO, R.; SILVA, R. Uma introdução à computação. São Paulo: Ixtlan, 2016.
- SRNICEK, N. Platforms Capitalism, Polity Press: Cambridge, 2017.
- STENGERS, I. Reclaiming Animism. In: e-flux Journal, v. 36, 2012. Disponível em: <https://www.e-flux.com/journal/36/61245/reclaiming-animism/>. Acesso em: fev. 2022.
- STOHL, C; STOHL, M; LEONARDI, P. Managing opacity: information visibility and the paradox of transparency in the digital age. In: International Journal of Communication Systems, v. 10, p. 126-137, 2016.
- STRIPHAS, T. Algorithmic culture. In: European Journal of Cultural Studies (SAGE Publications Inc.), v. 18, n. 4-5, p. 395-412, 2015.
- TOMANIK, E. A. O Olhar no Espelho: conversas sobre a pesquisa em Ciências Sociais. 2. ed. Maringá: UEM, 2004.
- TORRINHA, F. Dicionário Latino-Português. 8ª ed. Porto: Porto Editora, 1998.
- TOUSSAINT, G. The Euclidean Algorithm Generates Traditionail Musical Rhythms. Publicação digital, 2005. Disponível em: <http://cgm.cs.mcgill.ca/~godfried/publications/banff.pdf>. Acesso em: ago. 2021.
- TRINDADE, L. It is not that funny: critical analysis of racial ideologies embedded in racialized humour discourses on social media in Brazil (Tese de Doutorado, University of Southampton), Southampton, 2018.
- TURING, A. Computing Machinery and Intelligence. In: Mind, v. 49, 1950.

TYLOR, E. Primitive culture vol. 1: Researches into the development of mythology, philosophy, religion language, art, and custom. 5ª ed. Londres: John Murray, 1920.

\_\_\_\_\_. Primitive culture vol. 2: Researches into the development of mythology, philosophy, religion language, art, and custom. 4ª ed. Londres: John Murray, 1903.

UNESCO. Media development indicators: a framework for assessing media development. In: Intergovernmental Council of the International Programme for the Development of Communication, 26ª ed., Paris, 2008. Disponível: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000158609>. Acesso em: jul. 2022.

VAN DOREN, C. Uma breve história do conhecimento. Rio de Janeiro: Casa da Palavra, 2012.

WARK, M. A hacker manifesto. Cambridge: Harvard University Press, 2004.

WERSIG, G.; NEVELING, U. The phenomena of interest to information science. In: The Information Scientist, v.9, n.4, 1975.

WIERINGA, R. Design science as nested problem solving. In: International Conference on Design Science Research in Information Systems and Technology, ACM, 4. Philadelphia, 2009. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/1555619.1555630>. Acesso em jun. 2022.

WILSON, C.; GRIZZLE, A.; TUAZON, R.; AKYEMPONG, K.; CHEUNG, C. Alfabetização midiática e informacional: currículo para formação de professores. Brasília: UNESCO, UFTM, 2013. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000220418>. Acesso em: nov. 2020.

WILSON, T. D. Models in information behaviour research. In: Journal of Documentation, v. 55, n. 3, 1999. Disponível em: <https://dblp.org/rec/journals/jd/Wilson99.html>. Acesso em: dez. 2021.

YU, B.; YUAN, Y.; TERVEEN, L. Keeping Designers in the Loop: Communicating Inherent Algorithmic Trade-offs Across Multiple Objectives. In: DIS '20: Proceedings of the 2020 ACM Designing Interactive Systems Conference, p. 1245-1257, 2020. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3357236.3395528>. Acesso em: mar. 2023.

ZINS, C. Conceptual approaches for defining data, information and knowledge. Journal of The American Society for Information Science (JASIST), 58 (4), p.526-535, 2007.

ZUBOFF, S. Big other: surveillance capitalism and the prospects of an information civilization. In: Journal of Information Technology, v. 30, 2015. Disponível em: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2594754](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2594754). Acesso em: Ago. 2019.

ZUBOFF, S. The age of surveillance capitalism: The fight for a Human Future at the New Frontier of Power. New York: PublicAffairs, 2019.