

Universidade Federal de São Carlos
Centro de Educação e Ciências Humanas
Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Sociedade

**O algoritmo computacional como objeto sociotécnico:
encontros da complexidade algorítmica**

Ellen Larissa de Carvalho Aquino

São Carlos – SP

2020

ELLEN LARISSA DE CARVALHO AQUINO

**O algoritmo computacional como objeto sociotécnico:
encontros da complexidade algorítmica**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Sociedade, do Centro de Educação e Ciências Humanas, da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciência, Tecnologia e Sociedade.

Orientador(a): Prof Cidoval Moraes de Sousa

São Carlos – SP

2020



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Educação e Ciências Humanas
Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Sociedade

Folha de Aprovação

Defesa de Dissertação de Mestrado da candidata Ellen Larissa de Carvalho Aquino, realizada em 26/08/2020.

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Cidoval Morais de Sousa (UEPB)

Profa. Dra. Karina Gomes de Assis (UFSCar)

Prof. Dr. Wellington Candeia de Araújo (UEPB)

Prof. Dr. Diogo Lopes de Oliveira (UFCG)

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Sociedade.

Aquino, Ellen Larissa de Carvalho

O algoritmo computacional como objeto sociotécnico: :
encontros da complexidade algorítmica / Ellen Larissa de
Carvalho Aquino -- 2020.
165f.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São
Carlos, campus São Carlos, São Carlos
Orientador (a): Cidoval Moraes de Sousa
Banca Examinadora: Karina Gomes de Assis, Wellington
Candeia de Araujo, Diogo Lopes de Oliveira
Bibliografia

1. Sociotécnico. 2. Racionalidade. 3. Complexidade
Algorítmica. I. Aquino, Ellen Larissa de Carvalho. II.
Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática
(SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Ronildo Santos Prado - CRB/8 7325

Dedicatória

Dedico àquele de quem sempre terei saudade
Seu Chico, Francisco Ferreira da Luz (*in memoriam*)

Agradecimentos

A criação de uma dissertação é um longo processo de interiorização, não é possível que um texto tome forma sem que haja dedicação, reflexão, desencontros e encontros, leituras e muita escrita. Por isso, quando repenso todo esse processo, lembro-me das situações e pessoas que foram importantes para mim.

Início dizendo que esta dissertação ocorreu em trânsito, em constantes viagens a um período de incerteza daquilo que chamaria de meu lar. De modo que seria impossível não mencionar a importância que São Paulo, São Carlos, Curitiba e Florianópolis tiveram nesse trajeto. Também menciono o refúgio de Indaiatuba, o lar das raízes maternas.

O encontro com o tema algoritmo não é de hoje. É resultado das minhas inquietantes perguntas e das minhas diversas curiosidades. E também do meu campo de formação (Ciência da Computação Aplicada). Apesar de lidar diariamente, enquanto profissional, com a eficiência e aplicação do algoritmo, sempre me pergunto: o que estamos esquecendo? Esquecemos de suas relações, esquecemos de sua complexidade, mas o aceitamos sem muitas perguntas.

E foi então que seu deu o principal encontro responsável por essa dissertação. Encontrei refúgio na CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), vi a mim mesma dialogando com a Filosofia da Tecnologia e pensando numa construção sob o olhar da Dinâmica de Sistemas. Tornei-me cada vez mais mestra ao momento que abria ou reabria as discussões do algoritmo, sob esses olhares.

O meu lar intelectual foi o Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Sociedade – PPGCTS da Universidade Federal de São Carlos – UFSCar. Foram os professores e colegas da turma de 2019, em especial, que contribuíram nessa jornada e deram espaço para as provocações e ansiedades pessoais ao longo do processo. Agradeço pelo acolhimento, parceria, convívio, pelas revisões dos meus textos, por toda a inspiração e até mesmo pelas mesas de bar.

Agradeço àquele que traçou essa caminhada como orientador, responsável por instigar e permitir que minha ousadia tomasse forma. Que também me acolheu indo além, entendendo-me. Minha gratidão também é expressa àqueles, tais como a banca da qualificação, que me provocaram a caminhar na ousadia e mais uma vez a me apaixonar pelo objeto, tencionando-o incansavelmente. Nesse sentido, também preciso mencionar meu irmão, que a vida me presenteou como mestre e amigo. Ele também foi responsável por se converter em um refúgio das minhas ansiedades e um amigo para diversos diálogos complexos.

Abrindo espaço à família, agradeço-os por serem pacientes em muitas das minhas ausências. Por me apoiarem e constantemente renovarem sua torcida pelas minhas ideias. Aos meus pais, obrigada por darem asas às minhas paixões na ciência. Aos meus irmãos, obrigada por serem os meus eternos animadores. Amo vocês!

Minha gratidão é imensa também aos amigos, que mesmo distantes acompanharam essa jornada. Sem mencionar todos os nomes, pois provavelmente esqueceria de alguém, ressalto que aqueles que assim foram especiais, o sabem! Entretanto seria injustiça deixar de mencionar duas pessoas: aquela que me refugiou em seu lar, que a vida me fez encontrá-la novamente no período de permanência em São Carlos e que por muitas vezes me ouviu nas construções dos meus pensamentos, obrigada, Maria Beatriz! E aquela que compartilhou a amizade, a jornada de um mestrado e aceitou o desafio de trazer fluidez ao meu texto, obrigada, Deborah!

Aqueles também que investiram indiretamente (através dos meus salários) na realização desta pesquisa. Ao Instituto de Tecnologia e Equidade – IT&E, a Photozig Inc – projeto alocado no Nasa Research Park – e a 3778.care. Obrigada por me distraírem das tensões que acompanharam essa jornada e permitirem que financeiramente isso fosse possível.

Por fim, preciso agradecer a alguém que de modos imagináveis foi a principal pessoa a acompanhar meus risos e lágrimas. Alguém que escolheu caminhar junto, que esteve diante de meus distanciamentos, que precisou compreender meus tempos a sós. Porém, que também se alegrou a cada vibração minha. Ainda não sei como te agradecer e espero o fazer ao longo da vida. Eu te amo!

As pessoas que cito acima são responsáveis pelo meu processo de transformação. E tal como foi uma vez mencionado em uma carta, tudo representa nada mais do que um algoritmo. O que éramos passa a ser transformado pelas interações de rede, comunicação, informações, afeto, aprendizados e troca, e não somos mais o mesmo após esse processamento de interações. Constituímo-nos, naturalmente, um parâmetro desse algoritmo. E o resultado desse algoritmo vos apresento a seguir.

Epígrafe

*Nas palavras de um lógico
um algoritmo é
um método finito,
escrito em um vocabulário simbólico fixo,
regido por instruções precisas,
que se movem em passos discretos,
1, 2, 3, ...,
cuja execução não requer insight, esperteza,
intuição, inteligência ou clareza e lucidez,
e que mais cedo ou mais tarde chega a um fim.*

O que Berlinski (2002, p.21) chama de “o advento do algoritmo”,
eu chamo de “a poesia do algoritmo”.

Resumo

O algoritmo é um objeto que transpassa uma linha temporal e antecede a formação movimentos simbólicos que disputam não apenas suas aplicações prática, como suas interpretações. Desse modo, sua natureza tem sido formada por materialidades técnicas e dimensões sociais, convertendo-se numa força motora que descreve e transforma nosso tempo presente. Com um protagonismo característico, não apenas pela importância que o objeto tem em nossa sociedade, mas, também pela maneira inconsciente na qual interagimos cotidianamente com ele, o algoritmo se torna reflexo de um pensamento que modela a construção de todas as interações sócio-técnicas. Assim, nosso objetivo está em compreender o algoritmo como objeto sócio-técnico e problematizar essa construção por meio dos entrelaçamentos teóricos e práticos que decorrerem das interações agenciadas a partir do campo da *Ciência, Tecnologia e Sociedade* (CTS). Para que isso aconteça propomos um encontro marcado por um diálogo, que dá forma à aproximação de autores da CTS a autores da contemporaneidade que direcionam seus estudos ao artefato do algoritmo. Nesse sentido, foi proposta uma aproximação dimensional e temática dividida em: lógica e controle; automação, trabalho e alienação moral; corpo, *self* e ciborgues; lógica de acumulação e economia; política e vieses; antropologia, cultura e identidade; e racionalidade e inteligência. Adotamos ao longo da pesquisa uma visão tripla: A primeira abordagem descreve as contextualizações pseudoetimológicas e os caminhos de disputa que transitam ao longo da história do objeto. A segunda, aborda a partir hipóteses e deduções, a construção multidimensional do objeto. E a terceira, constrói uma modelagem sistêmica que se aproxima das interpelações existentes no objeto sob as causalidades das hipóteses anteriormente apresentadas. Por fim, apresentamos um imaginário social, a fim de retomar a centralidade das discussões algorítmicas tendo em vista o olhar sócio-técnico do objeto. De modo que sejamos capazes de constantemente realizar análises sobre as complexidades relacionais que descrevem o mesmo.

Palavras-Chaves: Sociotécnico. Racionalidade. Complexidade Algorítmica. Modelagem Sistêmica. Tecnologia e Sociedade (CTS).

Abstract

The algorithm is an object that passes through a timeline and precedes the formation of symbolic movements that dispute not only its practical applications, but also its interpretations. Thus, its nature has been formed by technical materialities and social dimensions, becoming a motor force that describes and transforms our present time. With a characteristic protagonism, not only because of the importance that the object has in our society, but also because of the unconscious way in which we interact daily with it, the algorithm becomes a reflection of a thought that models the construction of all socio-technical interactions. Thus, our goal is to understand the algorithm as a sociotechnical object and problematize this construction through the theoretical and practical intertwining that stem from the interactions brokered from the field of Science, Technology and Society (STS). For this to happen we propose a meeting marked by a dialogue, which gives way to the approximation of our authors to contemporary authors who direct their studies to the artifact of the algorithm. In this sense, a dimensional and thematic approximation was proposed divided into: logic and control; automation, work and moral alienation; body, self and cyborgs; accumulation logic and economy; politics and biases; anthropology, culture and identity; rationality and intelligence. Throughout the research we adopted a triple view: The first approach describes the pseudoetiological contextualizations and the paths of dispute that pass through the history of the object. The second, approaches from hypotheses and deductions, the multidimensional construction of the object. And the third, builds a systemic modeling that approaches the existing questions in the object under the causalities of the hypotheses previously presented. Finally, we present a social imaginary, in order to resume the centrality of algorithmic discussions in view of the sociotechnical view of the object. So that we are able to constantly perform analyses on the relational complexities that describe it.

Keywords: Sociotechnical. Rationality. Algorithmic complexity. Systemic Modeling. Technology and Society (STS).

Resumen

El algoritmo es un objeto que pasa a través de una línea de tiempo y precede a la formación de movimientos simbólicos que disputan no sólo sus aplicaciones prácticas, sino también sus interpretaciones. Así, su naturaleza ha sido formada por materialidades técnicas y dimensiones sociales, convirtiéndose en una fuerza motora que describe nuestro tiempo actual. Con un protagonismo característico, no sólo por la importancia que el objeto tiene en nuestra sociedad, sino también por la forma inconsciente en que interactuamos diariamente con ella, el algoritmo se convierte en un reflejo de un pensamiento que modela la construcción de todas las interacciones socio-técnicas. Por lo tanto, nuestro objetivo es entender el algoritmo como un objeto sociotécnico y problematizar esta construcción a través del entrelazamiento teórico y práctico que se derivan de las interacciones negociadas desde el campo de la Ciencia, La Tecnología y la Sociedad (CTS). Para que esto suceda proponemos una reunión marcada por un diálogo, que da paso a la aproximación de los autores de cts a los autores contemporáneos que dirigen sus estudios al artefacto del algoritmo. En este sentido, se propuso una aproximación dimensional y temática dividida en: lógica y control; automatización, trabajo y alienación moral; cuerpo, yo mismo y cyborgs; lógica de acumulación y economía; política y sesgos; antropología, cultura e identidad; racionalidad e inteligencia. A lo largo de la investigación adoptamos una visión triple: El primer enfoque describe las contextualizaciones pseudoetimativas y los caminos de disputa que pasan por la historia del objeto. La segunda, se acerca a las hipótesis y deducciones, la construcción multidimensional del objeto. Y el tercero, construye un modelado sistémico que se acerca a las preguntas existentes en el objeto bajo las causalidades de las hipótesis presentadas anteriormente. Por último, presentamos un imaginario social, con el fin de retomar la centralidad de las discusiones algorítmicas en vista de la visión sociotécnica del objeto. Para que podamos realizar constantemente análisis sobre las complejidades relacionales que lo describen.

Palabras clave: Sociotécnico. Racionalidad. Complejidad algorítmica. Modelado sistémico. Tecnología y Sociedad (CTS).

LISTA DE FIGURAS E TABELAS

Figuras

Figura 1: Processos metodológicos da pesquisa	23
Figura 2: Cone de visualização das dimensões.....	27
Figura 3: Linha do tempo com definições	42
Figura 4: Nuvem da definição algorítmica.	43
Figura 5: Definições de tecnologia por autores da filosofia da tecnologia.....	50
Figura 6: Definições diagramáticas de "tecnologia" e "práticas da tecnologia"	53
Figura 7: Algoritmo sob a lógica da teoria crítica de Feenberg.....	56
Figura 8: Tríade da Abstração Algorítmica	58
Figura 9: Grau de detalhamento e níveis de abstrações algorítmicas	62
Figura 10: Estrutura do pensamento lógico	63
Figura 11: Estrutura do pensamento lógico (II).....	63
Figura 12: Composição e estrutura da cibernética	67
Figura 13: Controle do navio	70
Figura 14: Arquitetura Von Neumann	71
Figura 15: Sistemas de controle modernos	73
Figura 16: Caracterização do <i>Homo neanderthalensis</i> , <i>Homo sapien</i> e <i>Homo versantur</i>	81
Figura 17: Viés em sistemas de computador	91
Figura 18: Representação de relações excludentes e hierarquias na matemática abstrata.....	92
Figura 19: Representação do modelo.....	106
Figura 20: Espelho da validação do modelo	106
Figura 21: Pré-Visualização da complexidade algorítmica	118
Figura 22: Visualização da complexidade algorítmica.....	122

Quadros

Quadro 1: Relações entre componentes da modelagem e discussões teóricas - Unidade Estoque	113
Quadro 2: Relações entre componentes da modelagem e discussões teóricas - Unidade Processos.....	115

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	18
ASPECTOS METODOLÓGICOS	22
MUDANÇA DE OLHAR.....	28
1 ESTADO DA ARTE.....	29
1.1 MOVIMENTOS EM TORNO DE UM CONCEITO.....	29
1.2 UM CAMPO EM DISPUTA	34
1.3 PARA QUE SERVE UM ALGORITMO?.....	44
2 LEITURA ATUAL.....	47
ALGORITMO NA RELAÇÃO TECNOLOGIA E SOCIEDADE	49
2.1. DIMENSÃO DE LÓGICA E CONTROLE	56
2.2. DIMENSÃO DE AUTOMAÇÃO, TRABALHO E ALIENAÇÃO MORAL	73
2.3 DIMENSÃO DE CORPO, <i>SELF</i> E CIBORGUES.....	79
2.4 DIMENSÃO DE LÓGICA DE ACUMULAÇÃO E ECONOMIA	82
2.5 DIMENSÃO DE POLÍTICA E VIESES.....	88
2.6 DIMENSÃO DE ANTROPOLOGIA, CULTURA E IDENTIDADE	96
2.7 DIMENSÃO DE RACIONALIDADE E INTELIGÊNCIA.....	102
3 LEITURA DO MAPA	110
3.1 ABORDAGEM SISTÊMICA DA METODOLOGIA	110
3.2 MODELAGEM NA DINÂMICA DE SISTEMAS.....	112
3.3 MODELO DO SISTEMA ALGORITMO COMO CÓDIGO COMPUTACIONAL	113
3.4 UM OLHAR PRÁTICO SOB A MODELAGEM.....	123
CONSIDERAÇÕES FINAIS - CAMINHOS FUTUROS.....	126
CONCLUSÃO	132
REFERÊNCIAS.....	136
ANEXO I	153

GLOSSÁRIO - PRINCIPAIS ALGORITMOS DA CONTEMPORANEIDADE.....	162
-------------------------------------------------------------	-----

INTRODUÇÃO

A conceitualização do algoritmo transpassa diversos momentos da história ao longo do tempo. O algoritmo é um artefato atemporal e antecede a criação dos movimentos simbólicos que disputam não apenas sua interpretação, como suas aplicações práticas. Porém, é dando nome a um “procedimento eficaz, um modo de fazer uma coisa em um número finito de passos discretos, que se caracterizam com uma concepção diretiva concatenada e controlada” (BERLINSKI, 2002), que o conceito de algoritmo começa a ser demonstrado no século IX, através do matemático Muhammad ibn Musã al-Khwārizmī (MARÍ, 2006) do qual deriva a álgebra moderna. Assim, até muito recentemente, a palavra algoritmo se referia exclusivamente a técnicas mecânicas para aritmética de valor de lugar usando numerais árabes (ERICKSON, 2018). Essa representação deu substância à antiga concepção humana de um processo eficaz de cálculo.

Entretanto, no lugar do cálculo e das análises matemáticas, que tornaram a ciência moderna possível, o algoritmo ocupou um ponto central e tornou-se a segunda grande ideia científica do ocidente (BERLINSKI, 2002). A partir daí, é possível nos aproximarmos dos movimentos que dão forma às inúmeras definições e aplicações para o algoritmo. Se antes ele era uma concepção básica da matemática, agora ele passa a ganhar dimensões que o reconfiguram a uma força de pensamento e organização moderna.

De modo que, sua evolução pode ser descrita nos três níveis de um objeto, tal como proposto por Simondon (1980): enquanto elemento, temos o algoritmo de concepção primária, representante da lógica matemática; como indivíduo, dispõe de sua relação com a máquina, ao torna-se o elemento principal dos mecanismos enquanto algoritmo computacional; e como conjunto, se abre a organização de novos objetos que passam a descrever o sistema algorítmico.

Assim, o algoritmo ocupa um espaço entre a agulhada do desejo e a resultante bolha da satisfação, sendo um instrumento abstrato de coordenação, que fornece os procedimentos para várias finalidades (BERLINSKI, 2002). Segundo Bhubaneswar Mishra (1993) isso pode ser visto, por exemplo, na biologia, na estrutura secundária de RNA; na química, na natureza dos equilíbrios em um processo químico; na física, na avaliação de diagramas de Feynman; na matemática, na prova da conjectura de Macdonald-Morris; na ciência da computação, no projeto da aritmética padrão do IEEE; e na robótica, como na solução cinemática inversa de um robô multilink.

Desse modo, é especialmente na contemporaneidade que as abordagens do algoritmo passam a se confundir com a própria ideia de um computador; ou com os conjuntos de informações estruturadas e coletadas online, também chamados de banco de dados, aptas para serem estatisticamente tratadas; ou como um sistema objetivo, por solucionar problemas práticos; ou como algo que se contrapõe ao humano, no sentido da antítese do artificial, por funcionar de forma autônoma; ou ainda no sentido de algo neutro, por se basear em procedimentos lógicos (SILVA, 2017).

Nesse sentido, com base em Jon Kleinberg e Eva Tardos (2005), concordamos que há uma grande diferença entre a execução de um algoritmo por uma célula bacteriana e por uma burocracia social. E é nesse contexto que o algoritmo computacional acaba ganhando destaque e passando a refletir a base do conceito de algoritmo como uma epistemologia da contemporaneidade. Assim, o mesmo é formado por características que passam a contemplar diversas dimensões das materialidades técnicas, de modo que isso o redefine enquanto objeto social, técnico, e como agenciado de novos valores, que também são políticos e culturais dentro de uma sociedade.

Com essas características remodelando a interação de uma sociedade através de um conjunto de algoritmos, desejamos entender como esses processos algorítmicos moldam nossa vida social e cotidiana. O que nos levaria, então, à necessidade de compreender primeiro os simbolismos em torno do que define um algoritmo, para assim entender as dimensões de sua funcionalidade.

A partir desse ponto algumas questões nos inquietam: diante dos movimentos simbólicos do algoritmo, que fatores determinam que ele possa ser encarado como um artefato sociotécnico? Quais são as principais dimensões do agenciamento – da capacidade de intervenção no mundo – de novo valores na discussão e/ou utilização dos algoritmos na contemporaneidade? Se essas dimensões inter-relacionadas complexificam o objeto como representar a natureza dessa inter-relação?

Para sermos capazes de aproximarmos dessas perguntas, assumiremos, nesta pesquisa, o desafio proposto por Verkerk et al (2018, p. 69) ao dizer que a complexidade que há ao olhar para uma tecnologia – e aqui tomamos o algoritmo como tal – é o modo como as outras várias tecnologias, ou até mesmo outras dimensões de tal tecnologia, estão integradas umas às outras. Indo além na provocação proposta, com desejo mesclar a sociedade as multiplicidades tecnológicas.

De modo que nosso objetivo é compreender o algoritmo como objeto sociotécnico e problematizar essa construção por meio dos entrelaçamentos teóricos e práticos que

decorrerem das interações agenciadas a partir do campo da *Ciência, Tecnologia e Sociedade* (CTS) – que estuda os aspectos sociais da ciência e da tecnologia como um todo integrado. Em outras palavras, buscamos descrever (e caracterizar) a presença do algoritmo na contemporaneidade enquanto tecnologia computacional, evidenciando os cenários, as dimensões e as complexidades que tensionam o objeto, seus usos sociais e interpretações no tempo presente e propor um modelo de aplicação sob a inspiração do diálogo da Dinâmica de Sistemas Complexos, aproximando-o de uma abordagem sistêmica que demonstre visualmente as interconexões e relações dos elementos que o compõe.

Para que isso aconteça propomos um encontro marcado por uma leitura dialética, que dá forma à aproximação de autores da CTS e da filosofia da tecnologia a autores da contemporaneidade que direcionam seus estudos ao artefato do algoritmo. Buscamos assim, tecer uma relação entre os cenários anteriormente provocados por aqueles que olhavam a extensão dos artefatos técnicos, com aqueles que hoje aprofundam tais tensões diante do cenário no qual o algoritmo se constitui em tecnologia abordada.

Aqui, numa alusão ao algoritmo, queremos abrir e reabrir essa caixa-preta diante daquilo que ainda não lemos, das lacunas que persistem, das informações mascaradas e dos pontos ainda não debatidos e mergulhar nessa caixa para resgatar aquilo que, segundo o mito venerável de Pandora, ficou lá no fundo – sim, a esperança. Esse olhar nos leva a uma reflexão inspirada no pensamento de Bruno Latour (2017), quando este comenta que devemos ultrapassar os limites impostos e buscar uma esperança cognitiva no fundo da caixa-preta. Assim, mergulharemos nessa caixa algorítmica tendo a CTS como guia, abrindo e reabrindo suas discussões ao focarmos no algoritmo para, dessa forma, também construir um diálogo entre os autores da contemporaneidade que reabriram essas tensões em algum momento de seus estudos sobre esse objeto.

Adotaremos ao longo da pesquisa uma visão tripla, de resgate das mudanças em torno do conceito. A primeira, é a que visa a compreender as contextualizações pseudoetimológicas e os caminhos de disputa que transitam ao longo da história do objeto. A segunda, uma visão capaz de construir hipóteses e deduções como mecanismo de demonstrar a complexidade do objeto. E a terceira, a de construir uma modelagem sistêmica que represente as interpelações existentes no objeto¹ sob as causalidades das hipóteses apresentadas.

¹ Para discutir a modelagem de sistemas, inicia-se uma distinção, que combina a percepção dos fenômenos com a maneira de pensar que domina cada indivíduo, bem como a observação de um sistema específico em um determinado momento.

Para conseguirmos realizar essa submissão, traçamos um caminho metodológico, composto: i) pela aproximação, enquanto pesquisadora, dos questionamentos do campo da CTS; ii) pela descrição das fontes; iii) e pela revisão bibliográfica do estado da arte sobre as questões vinculadas às concepções e definições do algoritmo, considerando um recorte a partir da cibernética (pré-cibernético, cibernético e pós-cibernético). Esses primeiros passos nos permitiram aprofundarmos em uma análise e propor: iv) o encontro caracterizado das diversas dimensões através dos autores da contemporaneidade e da correlação com os questionamentos da CTS. E, por fim, v) provocar sobre o objeto a construção de uma modelagem sistêmica que seja capaz de demonstrar uma relação de complexidade do algoritmo computacional.

A partir disso, optamos por dividir o trabalho em quatro partes – que refletem quase diretamente a estrutura metodológica apresentada anteriormente. A primeira parte apresenta a construção do estado da arte do objeto (itens i e ii da metodologia). Nela é possível encontrar um resgate histórico e conceitual do algoritmo, além da construção de concepções múltiplas, dos caminhos de disputa e dos movimentos de compreensão desse objeto.

A segunda parte é dedicada a apresentar toda a síntese e sistematização do processo de compreender o movimento de complexidade anterior. Assim, de maneira hipotética-dedutiva, partimos na construção de uma série de recortes multifacetados, nos quais ocorrerá o movimento de uma hipótese que nos aponta algumas inquietações, para assim, construirmos a relação das deduções a partir dos estudos do artefato do algoritmo, em seu enfoque mais presente na contemporaneidade: o algoritmo computacional. Dividimos esse capítulo em subtemas que aproximam a discussão das temáticas levantadas por diversos autores que tocam esse objeto no tempo presente, sendo essas abordagens: a dimensão da automação, do trabalho e da força moral; a dimensão do corpo, do *self* e dos ciborgues; a dimensão lógica de acumulação e economia; a dimensão da política e dos vieses; a dimensão da antropologia, da cultura e da identidade; e a dimensão da racionalidade e inteligência.

Já o terceiro capítulo tem o objetivo de aproximar o algoritmo computacional a uma compreensão sistêmica, pois consideramos que o algoritmo em sua natureza é um sistema complexo. Ao adotá-lo como paradigma sistêmico, buscamos, com auxílio da teoria da dinâmica de sistemas, a possibilidade de modelar as funções, os elementos, as relações e as interconexões que compõe esse sistema. Assim, também, é explorado o problema dos vieses de gênero como mecanismos que validam a construção da modelagem apresentada e que reforçam a sua utilização prática como uma contribuição aos estudos futuros da CTS.

A quarta parte, de considerações finais, revela-se como um ponto de esperança que demonstra a contínua necessidade de equilíbrios, acompanhamentos e desafios que aproximam

as discussões futuras sobre o algoritmo, em especial como objeto computacional. Ela é uma agenda de olhares que devemos ter como imaginário social capaz de promover mudanças e transformações necessárias a maneira com que nos relacionamos com o objeto.

Por fim, é importante ressaltarmos que os estudo dos algoritmos como objeto sociotécnico a partir da simbiose das materialidades técnicas e das dimensões sociais se constituem um desafio por si só. Assim, é provável que tenhamos deixado de ver e considerar muitos outros elementos dessas acerca do algoritmo, produzindo novas ausências ou pontos ainda a serem observados. Mas, diante da leitura dessa pesquisa, quem sabe essas ausências sejam notadas e outros retornos venham a ser propostos.

Aspectos metodológicos

A fim de demonstrar a metodologia do trabalho, podemos descrever e considerar a classificação utilizada por Silva e Menezes (2005) conforme sua natureza, abordagem do problema, ponto de vista dos objetivos e procedimentos técnicos, sendo eles:

- Natureza: básica, pois no processo buscamos validar as teorias, considerando exatamente os fatos fundamentais da vida humana (ALVES, 1982).
- Abordagem do problema: qualitativa, de modo que não se preocupa com representatividade numérica, mas, sim, com o aprofundamento da compreensão (GERHARDT; SILVEIRA, 2009). Desse modo, o autor é ao mesmo tempo o sujeito e o objeto de suas pesquisas. Ademais, o desenvolvimento da pesquisa é imprevisível, o conhecimento do pesquisador é parcial e limitado, e o objetivo da amostra é de produzir informações aprofundadas e ilustrativas: sejam elas pequenas ou grandes, mas que permitam produzir novas informações (DESLAURIERS, 1991, p. 58).
- Ponto de vista dos objetivos: exploratório, pois fortalece a curiosidade do autor e o desejo de melhor entendimento, além de testar a viabilidade do estudo e desenvolver métodos mais cuidadosos a serem aplicados no estudo (BABBIE, 1986).
- Procedimentos técnicos: pesquisa bibliográfica, pois será considerada a revisão da literatura sobre as principais teorias que norteiam o trabalho científico (PIZZANI et al, 2012).

Assim, é possível descrever, detalhadamente, a metodologia da pesquisa a partir da concepção de cinco fases, que fundamentam e concretizam o presente trabalho. São elas:

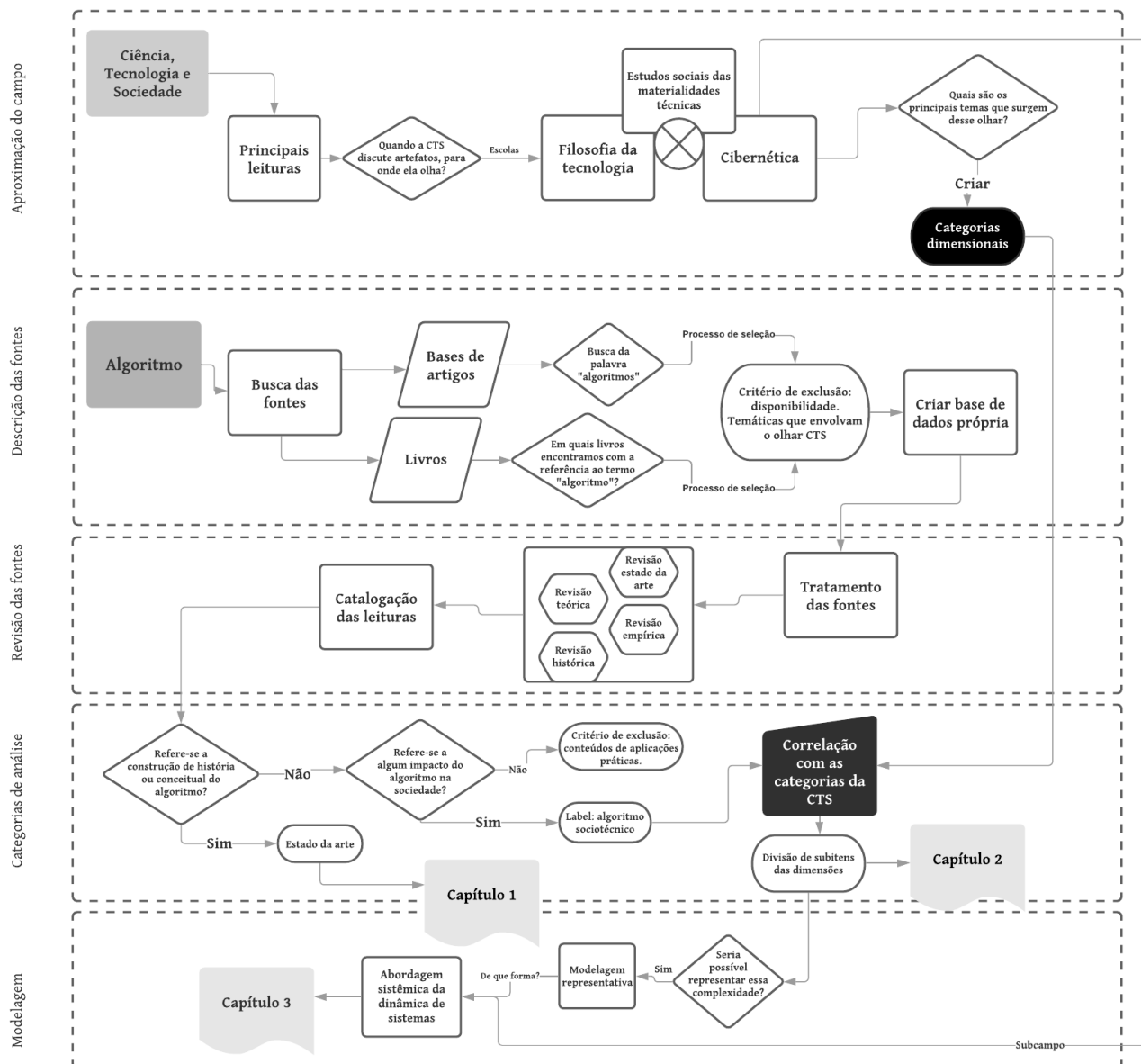


Figura 1: Processos metodológicos da pesquisa

Fonte: Desenvolvida pela autora.

O primeiro passo metodológico desta dissertação é descrito como aproximação do campo. A Ciência, Tecnologia e Sociedade se constitui em um campo multidisciplinar, cujo olhar está voltado para as dimensões sociais da ciência e da tecnologia (C&T). Assim, de maneira correspondente e como pesquisadora do Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Sociedade (PPGCTS), o primeiro movimento foi no sentido de efetuar uma aproximação dos estudos que observam antecedentes históricos e analisam as lacunas das chamadas dimensões sociais da C&T (linha 1 de pesquisa).

Por conseguinte, buscamos em um primeiro momento entender: quando a CTS estuda os artefatos técnicos, para onde ela olha? Como resposta nos aproximamos principalmente das escolas da Filosofia da Tecnologia e da Cibernética, complementando, posteriormente, com as perspectivas de outros campos, como as da Ciências Sociais, Comunicação, Psicologia etc – que também estudam as dimensões sociais de artefatos ou materialidades técnicas. Posteriormente, levantou-se um outro aspecto: quais seriam os principais temas que surgem sobre esse olhar? Aqui especialmente estamos nos aproximando de macrotemas que os pesquisadores anteriores buscavam tensionar ou provocar, seriam eles: i) racionalidade científica; ii) desenvolvimento tecnológico; iii) e participação social (STRIEDER; KAWAMURA, 2017). A partir desses pontos criamos subcategorias a fim de delimitar esses macrotemas: dentro de (i) racionalidade científica, abordaremos: sistemas, lógica, controle, técnica, e inteligência. Já no (ii) desenvolvimento tecnológico, focaremos em tecnologia, ambiente, economia, política e poder. E, por fim, na (iii) participação social, concentraremos as noções de cultura, corpo, design e comunicação. Delimitadas as categorias, passamos então a olhar o objeto do algoritmo.

A segunda fase é condicionada pela busca das fontes, de natureza bibliográfica, pois foram pesquisados referenciais teóricos encontrados em livros e artigos (MATOS; VIEIRA, 2001, p. 40). E também há uma vertente exploratória, a fim de proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

Assim, foi possível buscar tanto em bases de dados científicas², como de maneira exploratória em livros, a palavra “algoritmo”. Destacamos aqui que ao buscar em bases tradicionais a amostragem foi, em grande maioria, formada por artigos de aplicação prática dos algoritmos, em grande parte, através de estudos da computação ou biologia. Por isso, adotamos como critério de exclusão, textos que estariam disponíveis e que de algum modo referenciassem o objeto do algoritmo sob alguma das temáticas do item anterior da metodologia. De modo que, tornasse possível a construção de uma base de dados própria a partir desse conjunto de documentos selecionados.

A terceira fase está relacionada à revisão de literatura e tratamento das fontes, que segundo Sérgio Luna (1997) podem ser realizadas pela construção de diferentes revisões: i)

² Uma das bases utilizadas tem referência em um compilado de textos sobre algoritmos proposto por Tarleton Gillespie e Nick Seaver. Disponível em: https://www.zotero.org/groups/605005/critical_algorithm_studies/library Acessado em: Janeiro/2019

determinação do estado da arte – na qual, através da literatura já publicada, apresenta-se o que se sabe sobre o tema, quais as lacunas existentes e quais são os principais entraves teóricos ou metodológicos; ii) revisão teórica, quando se insere o problema de pesquisa dentro de um quadro de referências teóricas para explicá-lo; iii) revisão empírica, quando se explica como um problema, fato ou situação vem sendo pesquisado, de modo que cause diferenciação na abordagem e entendimento dos mesmos; iv) e a revisão histórica, a fim de construir a evolução do conceito e de outros aspectos fazendo a inserção dessa evolução em um quadro teórico de referências que expliquem os fatores determinantes e as implicações das mudanças.

Nessa etapa de revisões será realizado um recorte de circunstâncias (recorte temporal), de modo a delimitar três períodos importantes para concepção do objeto em seu estado de arte. Essa noção nos permitirá compreender como ocorreram as transformações e ressignificações a partir de diferentes utilizações e técnicas que podem ter contribuído para modificar o estado natural do objeto ao longo do tempo. Consideramos assim o tempo pré-cibernético, cibernético e pós-cibernético.

O período pré-cibernético é aquele que antecede os estudos da cibernética sob o paradigma da informação. Anterior à segunda metade do século XX. Para Malapi-Nelson (2017) trata-se do contexto histórico e filosófico que permitiu a crise fundacional da matemática do início do século XX e a resposta a ela, que trouxe uma nova compreensão da noção de máquina. Esse tempo seria formado por uma relação na qual a máquina (noção mecânica) não existiria. Sendo apenas uma relação homem-homem.

Quanto ao período cibernético, compreenderemos como o momento em que se dá o estudo comparativo dos sistemas e mecanismos de controle automático, regulação e comunicação nos seres vivos e nas máquinas. Nesse contexto, para Masaro (2010), essa é a fase na qual o analógico começou a ganhar incorporações digitais e a informação ganhou força nos estudos científicos e tornou-se componente importante dos artefatos do progresso da autorreprodução. Esse período se dá a partir da segunda metade do século XX.

Por sua vez, o pós-cibernético seria a representação de um “futuro complexo, simbiótico e pós-humano” (GEORGIU, 2016), além de, de acordo com Vieira (2005) dominado por avanços mais rápidos e persuasivos no mundo da tecnologia, do conhecimento e da informação que já encontramos no período moderno ou cibernético. Dessa forma é possível caracterizar o tempo presente (2020) como um tempo que transita entre o período cibernético e pós-cibernético.

Após a organização das fontes, inicia-se o processo de análise do objeto, ou seja, a quarta fase. Nela é são descritas as hipóteses levantadas que visam a responder as questões trazidas

sobre as relações existentes com os algoritmos. Isso, porque o método hipotético-dedutivo, para Diniz e Silva (2008) se orienta por deduções teóricas e hipóteses verificáveis na busca do estabelecimento de novos parâmetros teóricos.

Para construir as hipóteses, fizemos a leitura de todo o material com a perspectiva de analisar seu conteúdo e poder agrupar os temas que surgiam. Por conseguinte, correlacionamos as dimensões apresentadas no primeiro passo da metodologia de modo que ocorresse um encontro entre os diálogos promovidos pelos autores. De um lado temos aqueles que estudam os artefatos técnicos provocando suas dimensões sociais, e por outro, autores da contemporaneidade que lidam especificamente com essas dimensões sob o objeto do algoritmo. Ao aproximar essas discussões, foi possível criarmos uma visão que articulasse os debates da CTS com os estudos que tensionam o algoritmo, como se abrissemos e reabrissemos as discussões de maneira única e complementar.

Entretanto, foi necessário delimitar esse encontro devido a infinidade de possibilidades que poderíamos encontrar conforme o objeto do algoritmo era estudado. Nesse sentido, o aproximamos das seguintes discussões: lógica e controle; automação, trabalho e alienação moral; corpo, *self* e ciborgues; lógica de acumulação e economia; política e vieses; antropologia, cultura e identidade; e racionalidade e inteligência.

É importante mencionar que essa delimitação não exclui outras possíveis dimensões, que poderão eventualmente serem apresentadas no trabalho. Ela também não retira a possibilidade de relação mútua ou de complementariedade entre elas. Essa delimitação apenas concentra o *locus* do trabalho no tratamento das fontes do processo 3, que resulta de maneira hipotético-dedutiva os conteúdos de maior representação algorítmica no tempo cibernético.

Para ajudar a compreensão utilizamos a metáfora de um cone³ de visão ou um caleidoscópio⁴, que simboliza a extensão angular e o movimento contínuo entre as relações que fundamentam nossas hipóteses e deduções.

³ Cones são as células do olho dos animais que têm a capacidade de reconhecer as cores. Aqui representam o olhar sobre o objeto.

⁴ Para Waldrop (1992, p. 10) quando começamos a entender sistemas complexos, compreendemos que somos parte de um mundo caleidoscópico em constante mudança, interligado e não linear. [...] Os elementos permanecem iguais, mas se reorganizando, como um caleidoscópio: o mundo é uma questão de padrões que mudam (e têm continuidade), que repetem em parte, mas nunca se repetem totalmente, sendo, assim, sempre novos e diferentes.

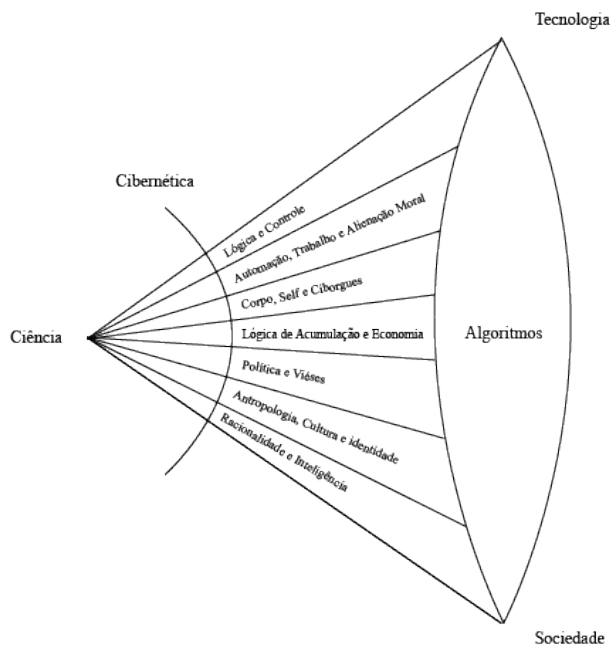


Figura 2: Cone de visualização das dimensões

Fonte: Desenvolvido pela autora.

Por fim, já na quinta fase, com as hipóteses deduzidas, é possível submeter o objeto ao olhar de uma abordagem sistêmica. A fim de compreender e representar a complexidade do objeto diante das suas relações e seus contextos. Como havíamos reforçado a ideia, os autores Barcellos, Andrade e Nobrega Lima (2005) corroboram de que a visão sistêmica surgiu essencialmente como resposta à dificuldade em utilizar a abordagem analítica para explicar fenômenos complexos que eram influenciados pelo contexto e pelas inter-relações⁵.

Desse modo, nessa etapa, desenvolveremos a construção de um modelo sistêmico que, de acordo com Renato Lieber (2001), caracteriza sua interação complexa, multifacetada e fluida em graus de intensidade nas associações cuja estrutura é uma construção abstrata (representação temporária) e que terá a finalidade de demonstrar os aspectos complexos do que significa pensar o algoritmo hoje em dia. Esperamos, por fim, que a modelagem se torne uma contribuição para debates futuros acerca do algoritmo e do campo da CTS.

⁵ A abordagem considerada positivista e mecanicista, é descrita como clássica e se adequa-se à resolução de problemas que possam ser isolados e calculados separadamente e, porém, não serve para processos que incluem interações, exigindo um novo pensamento matemático (CHECKLAND, 1999). Em resposta aos problemas da abordagem clássica, a abordagem sistêmica oferece um melhor entendimento do todo e por esse motivo é um subsídio para uma avaliação mais ampla. Dessa forma, a abordagem sistêmica, que considera a complexidade existente, preenche algumas lacunas existentes no paradigma vigente.

Mudança de olhar

Quando apresentamos o projeto inicial de pesquisa junto ao Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Sociedade - PPGCTS desejávamos aprofundar a discussão sobre CTS em uma possibilidade de compreender o algoritmo através da construção da cultura do objeto, e de demonstrar como aconteciam os processos de marginalização e exclusão dos algoritmos na internet. Todavia, com o avanço de nossas leituras, consideramos que antes de realizar um debate teórico sobre esse aprofundamento, como sendo uma situação de impacto dos algoritmos, é necessário recuar e apresentar uma nova leitura do algoritmo como objeto sociotécnico.

Além disso, tornou-se necessário expandir a carga de leitura herdada da graduação, de modo que fugisse da dominância da tecnicidade da grande área das Exatas, em especial pela leitura do campo da computação e das engenharias. Ademais, era necessário construir não apenas olhares reforçadores de um único campo, mas como material que permitisse uma circulação entre áreas e um diálogo multidisciplinar, “constituídos pelos aspectos sociais da ciência e da tecnologia, tanto no que concerne a fatores sociais que influem na mudança científico-tecnológico, como no que diz respeito às consequências sociais e ambientais” (PALACIOS et al, 2003, p. 119).

Dessa maneira, passamos então a refletir sobre a essência dos algoritmos e a criar, como fruto da CTS, uma simbiose, ou um olhar mútuo, entre as materialidades técnicas e as complexidades sociais. Isso porque nos distanciamos da compreensão da sua essência se ficarmos dentro do âmbito do agir e do pensar técnicos, ou apenas pensarmos nas suas aplicabilidades, ou ainda, apenas olharmos seus impactos.

Nessa mesma direção Striphas (2015, p. 396) afirma que dentro do algoritmo existe não apenas o código, mas também a consciência social, que reproduz o envolvimento do pensamento humano, conduta, organização e expressão na lógica como uma medida que altera a forma como a humanidade tem vivido e sido e compreendida.

Desejamos, com isso, que a ideia da temática algoritmo circule em novos espaços acadêmicos e políticos com novas compreensões. Outrossim, esperamos também que tenhamos um olhar emergente através das inquietações do campo da CTS, pois trata-se, ao nosso olhar, de um retorno aos questionamentos do campo como forma de contribuir para o questionamento do agora, inspirado também em compreender as disputas e os tensionamentos que nos cercam. Além disso, este é um caminhar auxiliador na criação dos novos olhares sociotécnicos

1 ESTADO DA ARTE

1.1 Movimentos em torno de um conceito

Os algoritmos são objetos atemporais⁶. Eles existem desde o início dos tempos e é anterior à existência de uma palavra especial cunhada para descrevê-los (CHABERT et al., 1999). Isso se dá em razão de que executamos algoritmos na nossa vida diária. Temos, nesse caso, o exemplo de um algoritmo para escovar os dentes tecido por Cormen (2014): abrir o tubo de pasta dental, pegar a escova de dentes, apertar o tubo de pasta dental sobre a escova e aplicar a quantidade necessária, fechar o tubo, colocar a escova em um quadrante da boca, movimentá-la para cima e para baixo durante N segundos etc. Além, dos algoritmos que nos levam ao trabalho, a realizar as etapas para confeccionar um bolo, ou até mesmo para efetuar as compras mensais no supermercado. Todos esses processos representam de maneira inconsciente a execução de um algoritmo (CHABERT et al., 1999).

Todavia, o que de fato é um algoritmo? Essa pergunta nos acompanha ao longo do tempo. E para nos aproximarmos de possíveis respostas recorreremos a uma caminhada histórica a fim de entender quais os principais movimentos ligados à origem histórica do conceito. Ao que sabemos, a palavra “algoritmo” pode ser rastreada até o século IX, que acordo com Knuth (1980), é a época na qual vivia o cientista, astrônomo e matemático persa, Abdullah Muhammad bin Musa al-Khwarizmi, frequentemente citado como o pai da Álgebra. Al-Khwarizmi escreveu o célebre texto “Regras de restauração e equação”, que em árabe é *Kitab al-jabr wa'l-muqabala*, de onde se deriva também a palavra “álgebra”, sendo tratada como um estudo sistemático da solução de equações lineares e quadráticas.

Com a publicação de seu livro sobre o cálculo com numerais hindus, ele promoveu o uso do sistema indiano de numeração no Oriente Médio, seguido pela Europa. Onde, posteriormente, seu livro foi traduzido para o latim, ainda no século XII, com o nome “*Algoritmi de numero Indorum*”, tornando-se assim o responsável pelo termo algoritmo (BONCOMPAGNI, 1857).

Nas próprias palavras do al-Khwarizmi (1831), o propósito do livro era ensinar:

[...] o que é mais fácil e mais útil na aritmética, tal como os homens exigem constantemente em casos de herança, legados, divisões, processos e comércio, e em todas as suas relações com os outros, ou onde a medição de terras, a escavação de

⁶ Ver anexo I – Linha do tempo do algoritmo computacional. Ou <https://en.wikipedia.org/wiki/Timelineofalgorithms> Acessado em: Janeiro/2019

canais, cálculos geométricos e outros objetos de vários tipos e tipos estão em causa (AL-KHWARIZMI, 1831, p. 3).

Assim, Al-Khwarizmi descobriu que as fórmulas geométricas eram complicadas e poderiam ser substituídas por métodos mais simples e sistemáticos. Para O'Connor e Robertson (2009) o livro foi concebido para ser altamente prático e transcrever a álgebra para resolver problemas da vida real e do cotidiano do Império Persa na época. Inicialmente o autor do livro abordou uma discussão sobre o que hoje reconheceríamos como álgebra, na sequência ele introduziu os números naturais e a solução de equações.

O grande diferencial desse matemático foi ajudar o leitor a entender noções de matemática através de palavras, sem símbolos na sua utilização. A narrativa era construída por passos sequenciais que apresentavam os caminhos e as transformações nas resoluções dos problemas matemáticos.

Por exemplo, para resolver a equação $x^2 + 10x = 39$ ele escreve⁷:

[...] um quadrado e 10 raízes são iguais a 39 unidades. A questão, portanto, nesse tipo de equação é a seguinte: qual é o quadrado que, combinado com dez de suas raízes, dará uma soma total de 39? A maneira de resolver esse tipo de equação é pegar metade das raízes que acabamos de mencionar. Agora as raízes do problema diante de nós são 10. Portanto, pegue cinco, que multiplicado por si só, dá 25, um valor que você adiciona a 39, dando 64. Tendo tomado então a raiz quadrada deste, que é oito, subtraia metade das raízes, cinco, deixando três. O número três, portanto, representa uma raiz desse quadrado, que em si é, naturalmente, nove. Nove, portanto, dá a praça. (KHWARIZMI, 1831, p. 9)

Al-Khwarizmi foi responsável por realizar um salto importante da geometria devido a uma nova profundidade de abstração e compreensão da matemática. A contribuição de Al-Khwarizmi trouxe grandes mudanças na concepção da matemática ocidental (isto é, moderna), dentre elas, a notação posicional decimal para o Mundo Ocidental (SIQUEIRA, 2015).

Além de Al-Khwarizmi, Donald Knuth (1980) pontua que também há o conceito do algoritmo de Euclides, um dos mais antigos algoritmos ainda em uso. O algoritmo em questão foi exposto há mais de 2.000 anos na obra *Os Elementos* (EUCLIDES, 2009 [ca. 300 a.C.]). Nela, o autor Euclides de Alexandria propõe subtrair sucessivamente o menor número do maior, ficando conhecido como algoritmo do máximo divisor comum (TAVARES, 2018).

⁷ Existe uma questão, sem resposta fácil, se al-Khwarizmi estava familiarizado com a obra *Elementos* de Euclides. Isso porque al-Khwarizmi usa figuras geométricas para explicar equações, o que certamente demonstra ser uma familiaridade com o livro II dos *Elementos* de Euclides.

Segundo Benjamin Boyer e Uta Merzbach (2012), pouco se sabe sobre a vida de Euclides e, embora se desconheça até mesmo a data em que viveu, há a estimativa de que tenha vivido cerca de 300 anos antes de Cristo. Euclides escreveu aproximadamente uma dúzia de tratados, cobrindo tópicos desde ótica e astronomia até música e mecânica, mas o que mais se destacou foi o compilado *Elementos* (EUCLIDES, 2009 [ca. 300 a.C.]). Em resumo, a obra é composta por centenas de proposições distribuídas em 13 livros que tratam sobre geometria plana elementar, teoria dos números, incomensuráveis e geometria espacial.

Com isso, gradualmente o termo algoritmo passou a significar, para muitos, qualquer processo de cálculo sistemático e que possa ser executado sucessivamente (CHABERT et al., 1999). Ou seja, todo procedimento sistemático e rotineiro para resolver um problema matemático recebeu por analogia o nome de algoritmo (MARÍ, 2006)⁸.

Entretanto, não podemos afirmar que tal pensamento permaneceu unânime ao longo da história, pois durante o período do Renascimento, a origem da palavra algoritmo ainda se permanecia em dúvida, e os primeiros linguístas tentaram adivinhar sua derivação fazendo combinações como “*algiros* [dolorosos] + *arimos* [número]” (KNUTH, 1968⁹). Isso durou até a aparição de Ada Lovelace, quando iniciou-se uma das maiores transformações pseudoetimológicas da palavra.

Augusta Ada Byron King, Condessa de Lovelace, tem sua história ligada à de Charles Babbage e sua máquina de calcular. A primeira máquina de Babbage é denominada Engenho Diferencial, cujo objetivo era computar tabelas aritméticas. Após a apresentação do Engenho Diferencial, ocorreu a Babbage que sua máquina já estava superada, que era necessário construir uma nova máquina. Isso porque tal Engenho realizava apenas adições, sendo necessário uma máquina que fosse capaz de resolver todo tipo de operação matemática. Essa busca resultou no processo de criação do Engenho Analítico, cujos conceitos são utilizados pelos computadores modernos. O Engenho Analítico fazia uso de cartões perfurados, desenvolvidos pelo tecelão francês Joseph-Marie Jacquard (SCHWARTZ et al, 2006).

Conforme descreve Romanzoti (2012), Lovelace passou a se corresponder com Babbage estudando seu projeto e sendo descrita por ele como a encantadora de números. Admirado com a desenvoltura de Lovelace, Babbage a convidou para traduzir uma peça escrita em italiano por

⁸ Em seu livro, *De Euclides a Java: Historia de los algoritmos y de los lenguajes de programación*, Marí (2016) descreve no tópico 1.2, diversos exemplos de algoritmos importantes que surgiram antes da aparição dos computadores.

⁹ Trata-se de uma coletânea inacabada, *The Art of Computer Programming*, desenvolvida por Donald Knuth. A primeira parte do livro foi escrita em 1968, mas sua obra ainda não está completa, tendo o último volume sido escrito em 2019.

Luigi F. Menabrea, que descreve o motor analítico de Babbage, para que pudesse ser publicada na Inglaterra. Além de traduzir o artigo sobre o funcionamento da máquina analítica (também chamado de computador mecânico), Lovelace acrescentou anotações próprias à tradução, que, por fim, tornou-se três vezes mais longa do que o original. Dentre as anotações, a última seção é considerada o primeiro programa de computador da história: um algoritmo para calcular números de Bernoulli.

A condessa também especulou sobre a possível capacidade da máquina de criar gráficos e música complexa. Assim, ela¹⁰ “foi considerada, com razão, a primeira programadora da história” (MARÍ, 2016, p. 40) em efeito de vislumbrar que o computador mecânico poderia fazer outras operações além de simplesmente fazer contas com números (ROMANZOTI, 2012; CELESTE, 2014).

Após a contribuição de Lovelace, outros três grandes eventos marcam o que antecede a virada para o fortalecimento da cibernética: a introdução de David Hilbert sobre a noção de espaço de Hilbert, um dos pilares da análise funcional; a máquina tabuladora de Herman Hollerith, usada para processamento dos resultados do censo norte-americano, registrados em cartões perfurados; e o algoritmo *Fast Fourier Transform*, apresentado por Carl David Tolmé Runge. Esses e outros marcos na evolução histórica do algoritmo representam o movimento de antes do final da década de 1940, quando computação significava realizar cálculos matemáticos à mão. Assim, os computadores eram pessoas que faziam esses cálculos. Portanto, tal como os matemáticos que iniciaram a noção algorítmica, reservava a eles a noção de computar. Esse momento também foi marcado pela aceleração no desenvolvimento de máquinas automáticas de cálculo, coincidindo com a disponibilidade de dispositivos eletromecânicos (relés) e eletrônicos (válvulas), segundo Tomasz Kowaltowski (1996), além da abertura do caminho para o fundamento da cibernética.

Com isso, se antes a noção de algoritmo era compreendida como um método, que buscava auxiliar a organização, a partir desse momento passou a existir a motivação de tratar a resolução dos problemas de forma mais rápida e eficaz com os sistemas cibernéticos¹¹, que passariam então a considerar o algoritmo também como um sistema. Essa busca pela natureza de sistemas, permitiu que entre as décadas de 1950 e 1970 a cibernética se prospectasse em projetar máquinas com comportamento mais complexo (WHITWORTH, AHMAD, 2013).

¹⁰ Apesar da importância de sua contribuição para o desenvolvimento da informática, como a conhecemos hoje, Ada é citada por ter ajudado Babbage na documentação de suas ideias.

¹¹ O trabalho pioneiro de Norbert Wiener (1948) sobre fenômenos neurológicos e os sistemas de controle no corpo humano abreviou o caminho para o desenvolvimento de sistemas complexos de autorreprodução.

Assim, como forma de caminhar na resolução de problemas que pudessem ser complexos, Alan Turing, Kurt Gödel e Alonzo Church, começaram estudar soluções de acordo com elementos humanos que executavam automaticamente uma série de instruções simples, independentemente do tempo necessário.

Com as máquinas, em especial a de Alan Turing¹², a ideia de computabilidade começou a ser delineada, assim, houve uma maneira de formalizar essa nova noção de procedimento definido – isto é, o algoritmo. Dessa forma, um cálculo seria a transformação do valor de entrada na fita de uma máquina de Turing, através do conjunto de regras da máquina, para a saída em sua fita após o estado de parada ser atingido. Essa noção abstrata inspirou o design de todos os computadores digitais subsequentes e fortaleceu a compreensão do algoritmo como um mecanismo de entrada (*input*), processamento e saída (*output*). Já em 1950, ele começou a trabalhar na concepção que as máquinas podem pensar. Nesse período, o cientista publicou o artigo “*Computing Machinery and Intelligence*”, seguido pelo Teste de Turing (SAYGIN; CICEKLI; AKMAN, 2000). De acordo com Turing (1950), se uma máquina pode representar um ser humano e seu comportamento convencer outra pessoa envolvida em uma conversa em tempo real de que está interagindo com um ser humano (não uma máquina), essa máquina é inteligente.

Essa aproximação de Turing iniciou um novo movimento ao algoritmo: a possibilidade de junto à autoreprodução dos processos maquímicos, possuir uma noção de autogestão e uma abordagem de inteligência. A Máquina de Turing não é uma máquina que existe no mundo físico, mas um constructo mental que serviu como base para o desenvolvimento daquilo que conhecemos hoje como dispositivos da computação moderna. Desse modo, os anos seguintes de difusão do computador na sociedade compõem o desenvolvimento e aprimoramento de três grandes áreas: hardware, software e arquitetura. Podemos dizer então, baseados em Campbell-Kelly (2018), que o desenvolvimento mais notável tenha sido que o computador acabou se tornando infinitamente adaptável a diversas aplicações, do processamento de dados de empresas à computação pessoal e à construção de uma rede global de informação – a internet.

¹² Durante a Segunda Guerra Mundial, Turing trabalhou para a inteligência britânica em Bletchley Park, num centro especializado em quebra de códigos. Por um tempo ele foi chefe da Hut 8, a seção responsável pela criptoanálise da frota naval alemã. Ele planejou uma série de técnicas para quebrar os códigos alemães, incluindo o método da bombe, uma máquina eletromecânica que poderia encontrar definições para a máquina de criptografia alemã, a Enigma. Após a guerra, trabalhou no Laboratório Nacional de Física do Reino Unido, onde foi criado um dos primeiros projetos para um computador de programa armazenado, o ACE.

Assim, em toda essa jornada, a noção de algoritmo prevalece como a episteme na inter-reprodução, orquestração e síntese das abstrações e conceitos organizacionais calculáveis com sinais rítmicos do mundo real, e que possuem propriedades físicas mensuráveis (MIYAZAKI, 2012). Podemos ver, portanto, que com passar do tempo, o algoritmo foi se transformando e ganhando âmbitos semânticos diferentes e destacáveis.

1.2 Um campo em disputa

As aplicações práticas de algoritmos são onipresentes e descrevem as mudanças em torno de um conceito, que, gradualmente, transformou a forma e o significado do termo algoritmo. Isso se deu de modo que a palavra passou por novas contextualizações pseudoetimológicas, demarcou disputas e relevou marcas de uma revolução simbólica.

Olhar para essas disputas é conseguir caracterizar os processos evolutivos, as marcas e ações, assim, também entender não apenas as noções dos algoritmos, mas a sua coexistência à própria sociedade. A qual também se coloca outro elemento fundamental, ao olhar e recriar esses enquadramentos, seja de qualquer perspectiva, reconhecemos que estamos diante de visões que cooperam para uma interpretação também em disputa por uma lógica explicativa.

Apesar da origem do termo ser atribuída ao astrônomo e matemático persa, Abu Abdullah Muhammad ibn Musa Al-Khwarizmi (c. 850 d. C.), a primeira pessoa a usar a forma inicial do termo algoritmo foi o filósofo inglês do século XII, Adelard de Bath, que empregou o termo “*algorismus*” ao traduzir as obras do árabe de Al-Khwarizmi. Desse modo o termo algorismo passou a significar simplesmente o sistema de números decimais. Adiante, no francês do século XVII, a forma da palavra mudou para algoritmo, entretanto seu significado se manteve. Logo depois o termo foi adotado no inglês, mas a adoção do significado moderno do algoritmo só aconteceu no final do século XIX.

Esse primeiro momento marca o algoritmo como um artefato resultante da revolução das operações básicas dos antigos sistemas numéricos. Antes, os estudos da geometria no cálculo com formas, linhas e superfícies eram o centro das operações básicas, posterior passou-se a então considerar a aritmética como nova marca simbólica, através de quatro tipos principais de cálculos aritméticos: adição, multiplicação, subtração e divisão (MIYAZAKI, 2012). De modo que, na matemática, essas mudanças apresentaram o caminho da transição do conceito de substância para o de função (CASSIRER, 1953).

Houve também nesse processo uma virada simbólica que marcou o fim do pensamento teórico medieval e o início do pensamento moderno. Essa virada foi responsável por abordar o conceito de cálculo de maneira muito geral e não necessariamente implicando apenas a manipulação de símbolos numéricos. Nesse sentido, a disputa em questão está relacionada aos modos de organização da matéria, que promovem na ciência um avanço que fez com que as estruturas físicas e a comunicação de ideias pudessem ser construídas baseadas em algoritmos – e que faziam o uso de códigos (DAMÁSIO, 2018, p. 230).

E assim, de acordo com Miyazaki (2012), o pensamento algoritmo assumiu uma conotação prática, indo além da esfera do conhecimento e invadindo a esfera considerada da ação. Podemos dizer que é nesse momento que o conceito de função atrelado a essa noção de algoritmo inicial começou a dominar a cultura do mundo moderno. Ao considerarmos essa direção, o autor nos convida a iniciarmos a aproximação do pensamento algorítmico de uma esfera performativa e prática como parte do encabeçamento de uma hegemonia cultural.

Mais tarde, o cenário responsável pela segunda marca aconteceu quando as noções de algoritmo apontaram para os processos da máquina, em especial para a computação, quase como uma qualidade epistêmica. De modo que, o algoritmo passa a ganhar o termo computacional, em resultado do simbolismo da transição entre os processos de resoluções do mundo real e a forma de linguagem determinada para compreensão da máquina.

Para isso, recorreremos a função recursiva como a condição para o algoritmo tornar-se parte do jargão científico da computação, onde esse elemento se mostrou comum aos conceitos intuitivos, como a ideia de algo mecânico, computável e algorítmico (TOTARO; NINNO, 2014).

Para Maarten Bullynck (2015, p. 4) deixou-se de lado a “perspectiva centrada no mundo ocidental e na matemática ‘moderna’ que privilegiava a demonstração, abstração e inovação”, passando, então, a olhar para as “práticas, contextos, tradições e culturas da matemática e tentaram considerar a matemática prática como uma entre muitas práticas racionais estruturadas”. Esse momento foi demarcado principalmente pela segunda guerra, que, através de suas necessidades computacionais, estimulou uma primeira revisão sistemática da literatura matemática, a fim de encontrar métodos mais eficientes na computação (GLUCHOFF, 2011).

Para Simodon (1980) isso descreve um ponto descontinuado da evolução simbólica, pois, os movimentos de aperfeiçoamento são resultados de uma produção de matérias-primas ou dispositivos anexos que tornam esse sistema mais adaptado, aperfeiçoando e especificando a noção de algoritmo em um conjunto de elementos.

No trabalho organizado por Karine Chemla (2004), uma das principais autoras que estudam essa segunda marca, é apresentada a estrutura de textos matemáticos procedimentais, ou seja, a forma como codificam e constroem argumentos cada vez mais gerais ou abstratos. Desse modo, quando os procedimentos adquirem certa generalidade torna-se mais fácil entender sua concepção. Nessa direção, quando os pensadores recuaram as análises às gêneses dos procedimentos, o uso moderno da palavra algoritmo foi então construído, considerando a evolução, e passou a incluir todos os procedimentos definidos para resolver problemas ou executar tarefas.

Assim, a segunda marca é também um movimento de apropriação dos estudos da computação para o algoritmo. Se antes, na prática, o termo algoritmo tinha um significado vago, supostamente não técnico, agora ele passa a compor um conjunto de partes que o redesenham como algo que pode ser considerado um sistema algorítmico mais amplo (SEAVER, 2013), mesmo em configurações nominalmente técnicas.

Entretanto, apesar de por muito tempo os algoritmos serem instrumentos essenciais da ciência da computação, eles começaram a ser utilizados como uma ferramenta de aproximação e diálogo entre os discursos das materialidades técnicas – pelo campo computacional – e os impactos dos sistemas desenvolvidos – representado por um campo transdisciplinar. Dourish descreve esse evento como uma tentativa de convidar outros campos ao diálogo, de modo que, se queremos entender os engenheiros e fazer com que eles nos escutem, precisamos nos adequar linguisticamente, ou seja, é uma questão de “responsabilidade etnográfica e política prática” (2016, p. 2).

A preocupação do embate com as atribuições dos algoritmos na sociedade acontecia mais em relação ao domínio da especialidade do que com a nossa capacidade de corresponder corretamente aos termos e referências. Por conseguinte, destacamos que à medida em que o algoritmo passou da ciência da computação para o discurso acadêmico popular e crítico, temos uma terceira marca de disputa, permeada de uma certa instabilidade e diversidade¹³.

Para Seaver (2013), esse momento é caracterizado, por uma ansiedade terminológica. Todavia, isso não ocorre porque outros campos são forasteiros disciplinares, mas por serem tecnicamente ineptos. Assim, em primeiro lugar, as ansiedades descrevem os limites da jurisdição disciplinar, e os estudos críticos sobre algoritmos são, essencialmente, fundados na tentativa de uma transgressão disciplinar. Essa caminhada abriu espaço para que inúmeros

¹³ Um dos principais eventos dessa marca foi a conferência *Governing Algorithms*, organizada pela Universidade de Nova York, momento inicial crescente no campo das leituras interdisciplinares dos algoritmos.

campos iniciassem uma compreensão múltipla do algoritmo. Ou seja, pessoas diferentes, em situações sociais e em momentos históricos diversos definiram algoritmos e suas qualidades salientes de maneiras distintas. De forma que os limites do algoritmo passassem a ser determinados por compromissos sociais, e não por restrições tecnológicas ou materiais (DOURISH, 2016, p. 3).

Assim, a compreensão do algoritmo se expandiu em distintas direções. Alguns autores concebem estritamente os algoritmos como tecnologia (CLIFTON; MULLIGAN; RAMAKRISHNAN, 2006), outros os configuram como uma tecnopolítica (BRUNO et al, 2018), outros como uma força transformadora exógena à cultura (STRIPHAS, 2015). Ainda, temos acadêmicos que entendem os algoritmos como uma forma particular de tomada de decisão (CITRON, 2007) ou como uma epistemologia em si (TOLLE; TANSLEY; ANTHONY, 2009). E aqueles que adotam uma visão mais abrangente, concebendo algoritmos como uma forma particular de racionalidade e sintomática, de um modo geral, de ordenamento social (BEER, 2009; LYON, 2003).

Todas essas marcas conceituais e de embates, anteciparam um olhar apresentado por Nick Seaver (2013) como um sinônimo ao comportamento da cultura no campo da antropologia. Para ele, o algoritmo se tornou para o tempo presente, exatamente o que a cultura se refere para antropologia: um elemento para descrever uma organização social moderna. “Como outros aspectos da cultura, os algoritmos são adotados por práticas que não atendem a uma forte distinção entre preocupações técnicas e não técnicas, mas as misturam” (SEAVAR, 2013, p. 5). O autor descreve assim a marca atual ao qual nos encontramos na tentativa de aproximar a descrição do protagonismo do algoritmo e tentar rascunhar concepções que aproximam a essa noção de onipresença, soberania ou até mesmo um endeusamento. Essa concepção caminha na direção de outros atores que o descrevem como inconsciente tecnológico (MIYAZAKI, 2012), ou como a chave da racionalidade moderna (TOTARO; NINNO, 2014).

Sob olhar de Simodon (1980) para tecnicidade, podemos dizer que essa disputa simbólica decorre pela revolução ou arrombamento dos algoritmos não estarem mais ligados a indivíduos técnicos – as máquinas – mas se tornarem residente nos conjuntos, no fundamento da cultura, a qual resulta em uma unidade que nos exprime e regula.

Essa força motora da sociedade moderna nos apresenta ainda a concepção de estarmos diante de uma caixa preta, com representações do que Ziewitz (2015) chama de drama sedutor do algoritmo. Essa concepção está diretamente ligada a dois atos. Num primeiro momento, concebemos o algoritmo como um ato poderoso, que reproduz consequências a diferentes

esferas de domínios. Em contrapartida, por um segundo ato, temos que os algoritmos representam uma caixa preta, fortalecidos por uma opacidade que lida com uma influência e poder que nos dificulta explicar suas ações.

Além desses atos, Ziewtiz (2015) e Ajunwa (2016) exploram a ideia de que o algoritmo se assemelha à mitologia. Assim, poderíamos configurar o algoritmo como um mito moderno (ZIEWTIZ, 2015, p. 7), como um deus ou um representante de uma onisciência infalível, como um oráculo (AJUNWA, 2016), que se difere da natureza humana e se constitui em uma dimensão desconhecida e até incompreensível. Ao passo que ao olharmos para esse “ser” temos uma visão não apenas de interesse, mas, de sedução. Assim, se sua natureza misteriosa nos assustaria em primeiro momento, num segundo, atraí-nos. E o medo aos poucos se dissipa e o que antes era desconhecido se torna aceitável.

Assim, quer o algoritmo seja tratado como uma epistemologia da matemática na tentativa de resolver problemas, quer como uma força transcendente da vida moderna, as suas disputas não estiveram só marcadas pelos movimentos simbólicos. Também podemos percorrer um outro caminho apresentando uma breve relação conceitual sobre o objeto feita por diversos autores ao longo da história, agrupando-os no quadro que virá a seguir. É importante lembrar que se trata de uma construção fruto de uma busca não exaustiva dessa literatura.

1747	● Leipzig	“Sob essa designação, são combinadas as noções dos quatro tipos de cálculos aritméticos, a saber: adição, multiplicação, subtração e divisão.”
1953	● Kolmogorov e Uspenskii	“Algoritmos computam em passos a complexidade limitada”
1965	● Rosental e Ludin	“O algoritmo é entendido como a regra exata da execução de um determinado sistema de operações, em uma determinada ordem, para que todos os problemas de um determinado tipo sejam resolvidos”
1968	● Knuth	"Um conjunto finito de regras que fornece uma sequência de operações para resolver um tipo específico de problema"
1971	● Rosental e Ludin	“Expressa uma prescrição exata quanto à observância de uma determinada ordem nos atos ou operações que levam à solução de tarefas de um determinado tipo. [...]O conceito de algoritmo é amplamente aplicado na investigação de muitos problemas”
1979	● Kowalski	"Algoritmos geralmente expressam a solução computacional em termos de condições lógicas (conhecimento problema) e estruturas de controle (estratégias para resolver o problema) - levando a uma definição de algoritmos = lógica + controle".
1984	● Horowitz; Sahni e Rajsekarán	“Definição: Um algoritmo é um conjunto finito de instruções que, se seguidas, realizam uma tarefa específica.”
1984	● Frolov	“Prescrição exata do cumprimento em ordem determinada de um sistema de operações conducente ao cumprimento de todas as tarefas de um determinado tipo. [...]Basicamente, lidamos com algoritmos sempre que dominamos os meios para resolver uma ou outra tarefa em geral, ou seja, para uma classe inteira de suas condições variantes”

1985	Orth	<p>“ Um conjunto finito de regras, bem definidas, para a solução de um problema em um tempo finito.”</p> <p>"Algoritmo não é a solução do problema, pois, se assim fosse, cada problema teria um único algoritmo. Algoritmo é um caminho para a solução de um problema, e, em geral, os caminhos que levam à uma solução são muitos. A solução é obtida por meio da execução do algoritmo, seja mentalmente, ou manualmente usando lápis e papel ou por meio de um computador"</p>
1999	Chabert	<p>"Algoritmos são simplesmente um conjunto de instruções passo a passo, a serem executadas mecanicamente, de modo a alcançar o resultado desejado"</p>
2004	Baldwin e Charles	<p>"A grosso modo, um algoritmo é um processo para resolver um problema".</p>
2006	Mari	<p>"Pode-se definir esse objeto como um conjunto de regras que, aplicadas sistematicamente a alguns dados de entrada adequados, resolvem um certo problema em um número finito de passos elementares"</p>
2008	Skiena	<p>"Um algoritmo é um procedimento para realizar uma tarefa específica. Um algoritmo é a idéia por trás de qualquer programa de computador razoável. Para ser interessante, um algoritmo deve resolver um problema geral e bem especificado "</p>
2009	Cormen	<p>"Informalmente, um algoritmo é qualquer procedimento computacional bem definido que assume algum valor ou conjunto de valores como entrada e produz algum valor ou conjunto de valores como saída. Um algoritmo é, portanto, uma sequência de etapas computacionais que transformam a entrada. Devemos considerar algoritmos, como hardware de computador, como uma tecnologia”</p>

- 
- 2011 ● Sedgewick e Wayne "O termo algoritmo é usado na ciência da computação para descrever um método finito, determinístico e eficaz de solução de problemas, adequado para a implementação como um programa de computador. Os algoritmos são o material da ciência da computação: são objetos centrais de estudo em campo. Podemos definir um algoritmo descrevendo um procedimento para resolver um problema em uma linguagem natural ou escrevendo um programa de computador que implementa o procedimento "
- 2014 ● Gillespie "O algoritmo é a sequência conceitual de etapas, que deve ser expressa em qualquer linguagem computacional, ou em linguagem humana ou lógica. [...]. Talvez o "algoritmo" seja apenas o nome para um tipo de conjunto sócio-técnico, parte de uma família de sistemas impositivos para a produção do conhecimento ou a tomada de decisão [...]
- 2014 ● Mahnke e Uprichard "Por sua simplicidade baseada em regras, os algoritmos permitem que um espaço, local e tempo refaça o antigo e o novo simultaneamente, de maneira não linear, em um caleidoscópio mágico inspirador.
- 2015 ● Domingos "Um algoritmo é uma sequência de instruções dizendo ao computador o que fazer. Os algoritmos são redutíveis a três operações lógicas: AND, OR e NOT."
- 2016 ● Harari "Algoritmo é um conjunto metódico de passos que pode ser usado na realização de cálculos, na resolução de problemas e na tomada de decisões. Não se trata de um cálculo específico, mas do método empregado quando se fazem cálculos".
- 2017 ● Wachter-boettcher "Se você não sabe exatamente o que" algoritmo "significa, não se desespere. [...] Um algoritmo é apenas o conjunto específico de etapas necessárias para executar algum tipo de cálculo - qualquer tipo de cálculo".

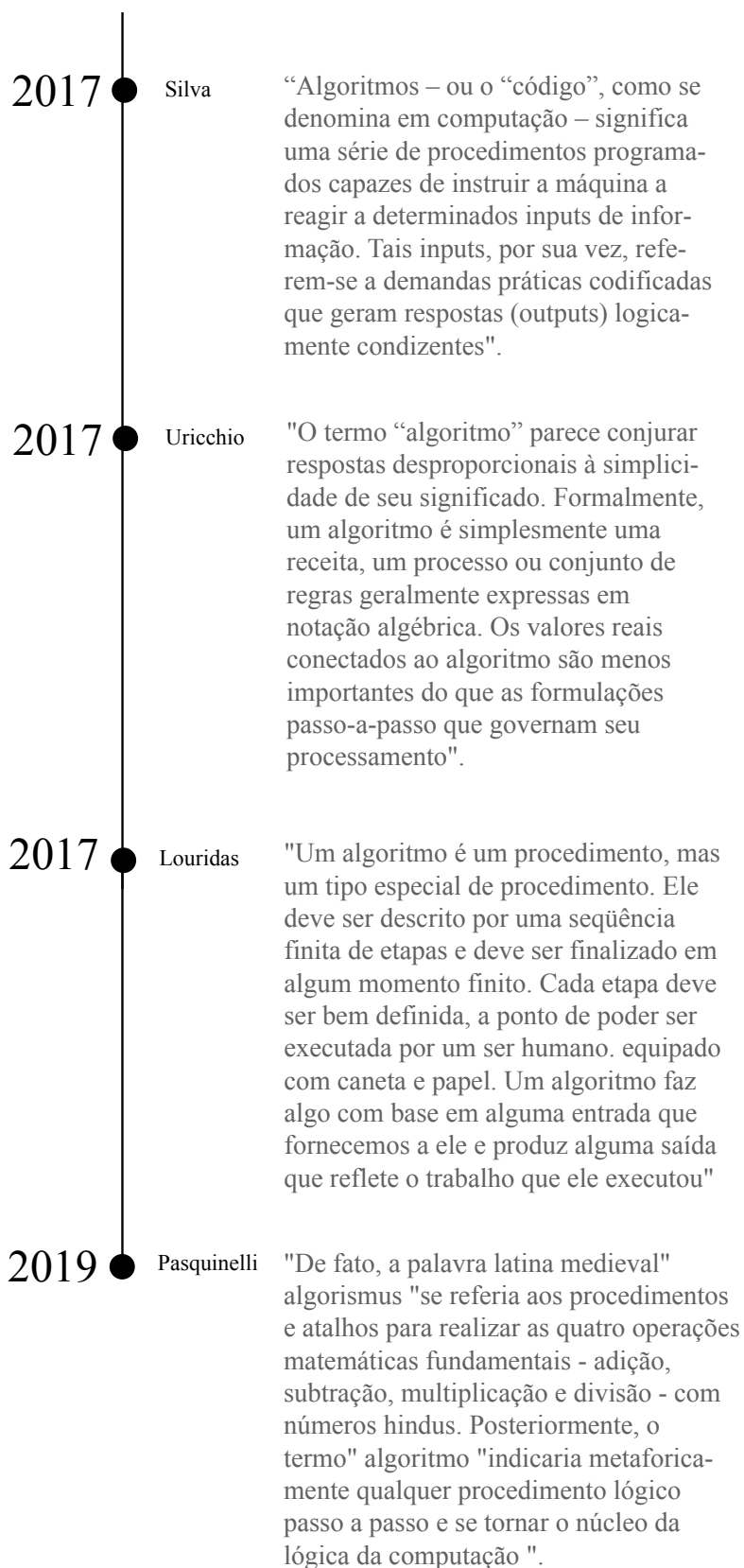


Figura 3: Linha do tempo com definições

Fonte: Desenvolvido pela autora.

Ao observar tais definições, encontramos características que prevalecem com o tempo na construção do que se define como algoritmo. O principal ponto é que o algoritmo está diretamente relacionado a um problema (13¹⁴) e, correspondentemente, na busca de uma resolução (6) ou solução (6) desse dado problema. Além disso, o algoritmo pode representar não apenas um conjunto (11) de procedimentos (9), de cálculos¹⁵ (6), de operações (6), de regras (5), ou de tarefas (5), mas também uma sequência (4), um programa (3), um conjunto de métodos (2), de sistemas (2), ou de processos (2) que realizam procedimentos (9) em passos (7) ou etapas (4) organizadas (3) e determinadas (7) e , portanto, precisam ser finitas (7). Somente assim, as entradas (4) ou *inputs* (2) dos algoritmos vão produzir (2) as respostas (2) ou saídas (2), do mesmo. Destacamos também a relação do algoritmo como um artefato computador (5) diretamente ligado à noção da computação (7). Por fim, o algoritmo se apresenta como um artefato lógico (5) e de controle (2).



Figura 4: Nuvem da definição algorítmica.

Fonte: Desenvolvido pela autora.

¹⁴ O número entre parênteses representa a frequência com que o termo foi encontrado na lista de definições da Figura 4. No caso, foram encontradas em 13 definições a correspondência da palavra “problema(s)”.

¹⁵ Também apareceram outras formas de cálculo: adição (2), divisão (2), multiplicação (2) e subtração (2).

Dessarte, tanto as definições quanto as concepções algorítmicas revelam que há tantas atribuições diferentes para o termo algoritmo quanto autores escrevendo sobre elas (SIQUEIRA; COSTA; BONICHON, 2015). Com isso, o conceito passa a ser caracterizado como uma construção polissêmica¹⁶, na qual uma “palavra comporta várias significações” (REHFELDT, 1980, p. 77).

Além disso, ainda, existe nos últimos anos um aumento considerável de estudos e discussões a respeito da presença constante dos algoritmos na nossa vida diária, o que nos permite confirmar outra característica da noção polissêmica descrita por Ullmann de que “quanto mais frequente é uma palavra, mais sentidos é possível que tenha” (1964, p. 350).

Quando percebemos que a construção da palavra algorítmica está relacionada a diversas significações, disputas e maior frequência de uso, o que permite uma maior variação de sentidos, podemos dizer que ela, então, assume complexidades incutidas na construção do próprio conceito. Com efeito, a própria definição etimológica da palavra possibilita uma visão multifacetada do termo à medida que ele se revela. Como vimos anteriormente no resgate histórico-conceitual do termo, sua etimologia está intrinsecamente relacionada à formação e organização social e é transpassada pelas experiências do tempo e do espaço em que se inscreve, sendo, portanto, impossível de se fixar em uma única explicação.

Essa maneira de desafiar um algoritmo é, em geral, suficiente para podermos concordar se um determinado procedimento é ou não um algoritmo. Nesse sentido, é possível prosseguir a uma nova pergunta, não mais dirigida ao significado, mas sim à utilidade ou valor inserido: para que serve um algoritmo?

1.3 Para que serve um algoritmo?

Há ainda uma importante disputa nos campos das significações dos algoritmos, a sua utilidade.

A tarefa de encontrar a solução de um problema qualquer é, muitas vezes, realizada de forma empírica e um tanto quanto desorganizada. E Para Miller e Ranum (2013) a dificuldade

¹⁶ Biderman trata a polissemia como um fenômeno que ocorre no interior das redes de significação do léxico geral da língua comum em virtude da economia linguística, com o reaproveitamento frequente de um certo número de lexemas no processo de comunicação. A ampliação do uso de uma palavra e a metaforização contínua da linguagem acarretam a frequência de muitas unidades lexicais, gerando a polissemia (Biderman, 1991, p. 283-284).

que muitas vezes surge para nós é o fato de os problemas¹⁷ e suas soluções serem muito complexas. E é justamente por isso que precisamos encontrar maneiras de controlar essa complexidade e ajudar na criação de resoluções.

É por isso que pensar em soluções nos leva a vários procedimentos mentais, dos quais raramente tomamos conhecimento (SIQUEIRA; COSTA; BONICHON, 2015). Isso acontece porque a complexidade dos grandes problemas e a complexidade correspondente de suas soluções podem ofuscar as ideias fundamentais relacionadas ao processo de resolver tal problema (MILLER; RANUM, 2013).

Por conseguinte, determinamos a um dado problema uma forma para o solucionar, descrevendo sequencialmente finitas instruções em alguma forma de linguagem (SIQUEIRA; COSTA; BONICHON, 2015). É possível dizer que a partir dessa necessidade¹⁸ – de descrever a resolução de problemas –, que estabelecemos a criação do algoritmo ao apresentar um padrão de comportamento que deverá ser seguido (uma norma de execução de ações) para alcançar o resultado de um problema (FERRARI; CHECHINEL, 2014).

Apesar dos tensionamentos existentes na história-conceitual, o algoritmo descreve seu maior objetivo desde sua primeira utilização: está em ser usado na realização de cálculos, na resolução de problemas e na tomada de decisões. Sendo ele, “não o cálculo, mas o método empregado quando se fazem cálculos” (HARARI, 2016, p. 91). Isso, porque conhecemos o método, queremos alcançar a solução e o desafio se propõe a isso.

De maneira semelhante, Blumer (1969 apud ZIEWTIZ, 2015) nos provoca a olhar para os algoritmos como dispositivos que ajudam a resolver os problemas através de conceitos sensibilizadores que nos aproximam das preocupações e contradições do processo resolutivo, sem necessariamente explicá-las. Nesse aspecto podemos ainda levantar uma questão importante sobre os algoritmos: o algoritmo não é a solução do problema, pois, se assim fosse, cada problema teria um único algoritmo. O algoritmo é um caminho para a solução de um problema e, em geral, os caminhos que levam a uma solução são muitos (ORTH, 1985).

¹⁷ Polya (2002) entende problema como uma situação que possui dados, condições e uma incógnita. Nesse aspecto, a incógnita se corresponde ao objetivo ou ao estado final da situação.

¹⁸ Marí (2016) descreve que além de lidar com problemas, os algoritmos são resultados das nossas constantes buscas por métodos que nos ajudem a facilitar a nossa relação com os números.

Portanto, destacamos que julgar se dois algoritmos são ou não o mesmo é uma decisão subjetiva¹⁹ que estará relacionada a um fator importante: seu objetivo (YANOFSKY, 2006). Damásio também ressalta essa decisão no que ele chama de substrato:

Por trás do uso corrente do termo “algoritmo” parece espreitar a ideia de uma independência de contexto e substrato, embora os termos, em si, não tenham ou não devessem ter essas implicações. Presumivelmente, de acordo com o uso corrente, aplicar o mesmo algoritmo a diferentes substratos e em novos contextos produziria resultados semelhantes. Contudo, não há razão para que isso ocorra. Os substratos são importantes [...] porque o processo mental ao qual nos referimos é uma descrição desse substrato". (YANOFSKY, p. 231, 232)

O objetivo do algoritmo possui mais importância do que sua variação, mesmo quando usado por uma mesma pessoa em diferentes ocasiões. Para exemplificar, consideraremos que o mesmo algoritmo pode frequentemente ser formulado de diferentes maneiras. Assim, uma formulação pode incorporar uma declaração clara, no componente lógico, do conhecimento a ser usado na resolução do problema e obter eficiência empregando estratégias sofisticadas de solução de problemas no componente de controle. Outra formulação pode produzir o mesmo comportamento, complicando o componente lógico e empregando uma estratégia simples de solução de problemas (KOWALSKI, 1979).

Nesse sentido, o mais importante para a solução do problema é que, quando existe a solução de um problema, encontramos correspondência entre os dados, o problema, e as condições do problema mediante os dados de entrada, seus passos e sua saída (POLYA, 2002). Assim chegamos a um outro fator importante dos algoritmos, o “algoritmo não se objetiva na evidência, mas no sucesso, ele não pode saber de antemão se será bem-sucedido ou se falhará”. Com isso, os algoritmos estão diretamente ligados à funcionalidade objetiva e à necessidade da correlação entre as partes que o compõem (OTTE, 1993, p. 286)²⁰.

Dessarte, através desse olhar, no qual buscamos encontrar as finalidades algorítmicas, é possível dizer que o algoritmo pode ir muito além das caracterizações simplórias que por vezes atribuímos, como a de uma receita, um processo, um método, uma técnica, um procedimento, ou uma rotina. Entretanto, há nele estruturas que fundamentam ou reforçam os caminhos de

¹⁹ Em seu texto “Towards a Definition of an Algorithm”, Yanofsky (2006) discute a necessidade de explicar o paradigma que existe na definição do algoritmo, sendo que de um lado há autores que dizem que diferentes programas são implementações de um único algoritmo, enquanto do outro lado, alguns pesquisadores chamam cada um desses programas de algoritmos diferentes. Por fim, Yanofsky aborda a relação de equivalência, que afirma que dois programas fazem parte da mesma classe de equivalência se forem essencialmente iguais.

²⁰ Otte (1993) trata dessa abordagem através de um experimento mental. Ele remonta a ideia de um labirinto para explicar que algoritmos simples nem sempre nos levariam a uma saída simples, pois poderíamos com eles acabarmos em círculos. Entretanto, se estivéssemos no labirinto com uma bússola, teríamos novos dados a incorporar no algoritmo, melhorando-o e o capacitando de nos fazer alcançar a saída com mais objetividade.

uma solução ou de um objetivo proposto. E nem sempre essas inúmeras estruturas são compreendidas por nós. Por isso, precisamos entender o que mais existe dentro da conhecida referência da caixa-preta do algoritmo. Antecipo nosso desafio do próximo capítulo.

2 LEITURA ATUAL

Até aqui foi possível construir um trajeto das disputas e embates acerca das tentativas de definir o algoritmo, e sobre a compreensão de seu movimento ao longo da história. Já neste capítulo, exploraremos um panorama estendido dos conceitos de algoritmo de maneira crítica e reflexiva sob a tentativa de reabrir alguns tensionamentos que acompanham os estudos da CTS e da Filosofia da Tecnologia. Isso será feito através de um olhar voltado para os artefatos técnico-científicos de modo a relacioná-los aos estudos de autores da contemporaneidade que encaram o algoritmo como artefato. Assim sendo, o primeiro e mais importante movimento nessa direção é o de olharmos para Verkerk et al (2018, p. 96, 97), que manifestam uma compressão dos artefatos tecnológicos através da relação entre sujeito e objeto, e definirmos o algoritmo como objeto sociotécnico.

Para os autores, essa compreensão nos leva a distinguir as funções que existem em um artefato. Quando submetemos tal entendimento nos estudos dos algoritmos, poderíamos ter a seguinte situação: os algoritmos possuem números de passos, tais passos tendem a ser executados em um número finito. Além disso, para a existência de um algoritmo são necessárias informações de entrada (*inputs*). Tudo isso revela a noção do algoritmo como um sujeito no aspecto lógico. Assim, quando uma máquina executa um algoritmo, estabelece-se uma relação sujeito-sujeito, pois a máquina também se revela como um sujeito no aspecto de dimensão física.

Entretanto, quando os algoritmos são utilizados como motores de condicionamento ou interferências sociais, eles passam a compor a função de objeto. Isso, porque o algoritmo não contém em si mesmo a noção dos aspectos sociais, ele apenas executa passos que interferem em uma sociedade. Para os autores já mencionados, “essas funções de objeto naturalmente emergem apenas nas ações dos seres humanos” (VERKERK et al, 2018, p. 96)²¹. Portanto, as

²¹ Verkerk et al (2018) exemplificam essa noção a partir da dinâmica em relação a um robô: “Pessoas dão forma a suas atividades sociais, ações econômicas e expressão artística. Não precisa ser explicado que a tecnologia funciona não como sujeito, mas como objeto dessa modalidade formativa. Assim, o próprio robô não exerce poder, mas é um instrumento poderoso nas mãos dos seres humanos. O aspecto formativo implica que a operação tecnológica do engenheiro é sujeita a normas. E no processo de concepção, o “poder” de um robô é regulado pelas atividades do engenheiro”.

funções sociais, culturais, ou até econômicas de um algoritmo são latentes e desdobradas pela ação humana. Ademais, se o algoritmo é sujeito quando elemento de uma máquina, mas objeto quando utilizado por um ser humano para execução de atos ou desdobramentos de impacto, então temos a necessidade e o fortalecimento de uma análise da noção do algoritmo enquanto objeto não apenas sujeito.

Outrossim, o algoritmo como objeto sociotécnico tem a noção de conter em si a sua evolução, ou como Gilbert Simondon (1980) descreve as relações de artefato, ele contém em si um processo de concretização, na qual suas funções, através do tempo, são mais e mais cristalizadas. Podemos exemplificar essa noção quando olhamos para os algoritmos no surgimento da computação. O elemento algoritmo evoluiu, bem como os computadores, o antigo conjunto se tornou obsoleto e novos elementos se agregaram à evolução do artefato do algoritmo. Nesse processo uma forma mais sofisticada foi desenvolvida, apresentando novas funções e evolução de diferentes partes. Esse processo, que chamaremos de evolução técnica natural, traz a alusão de que o algoritmo evolui, gerando uma família de objetos, mas mantendo a essência do objeto de uma forma estável através da linhagem evolutiva.

Na contemporaneidade, o composto do algoritmo ganha uma noção de unidade, e nos aproxima de uma nomenclatura que cada vez mais se comporta como um guarda-chuva, acolhendo uma série de espectros e variações que descrevem a dinâmica das relações tecnológicas e do objeto. É como se as partes que inter-relacionam com o algoritmo se unissem a ele por meio de diferentes convergências. Ademais, segundo Verkerk et al (2018), só podemos observar essas partes distintas numa relação de conjunto quando focamos na interação do ser humano e do objeto através de uma complexidade multidimensional.

Logo, é exatamente este o segundo movimento proposto neste capítulo: olhar o algoritmo através de um recorte que busca representar a multidimensionalidade desse artefato enquanto objeto da contemporaneidade. Ou seja, retirá-lo de uma abordagem fechada, para uma dimensão de participação coletiva, na qual seja possível dialogar com os campos de poder, construindo uma relação homem-código.

Com isso em mente, justificamos a necessidade de nos aprofundar de modo exclusivo em uma das abordagens que remontam à principal representação do algoritmo no tempo presente, que é nomeado pelos autores aqui estudados como o algoritmo computacional²². Nesse sentido, é importante lembrar, que os tópicos deste capítulo introduzem a terceira etapa

²² Como forma de elucidar alguns exemplos dos principais algoritmos da contemporaneidade, que se descrevem como algoritmos computacionais, convidamos o leitor a visualizar o Glossário deste presente trabalho.

da metodologia, delineando temas que constroem a relação dialética entre hipóteses e deduções através de reflexões e críticas.

Por fim, é preciso comentar que apesar das leituras acontecerem em tópicos, todos os itens expostos se complementam e se inter-relacionam através de uma ação contínua, tal como a representação dos movimentos da complexidade. Além disso, os movimentos também simbolizam transferências de cooperação e disputa.

Algoritmo na relação tecnologia e sociedade

Antes de dimensionarmos o algoritmo, apresentaremos uma introdução sobre como o algoritmo se relaciona enquanto objeto técnico e social, mais diretamente, sobre o que antecede a construção dessa visão. A ideia é delimitarmos uma aproximação a esse debate através dos seguintes tópicos: **(1) o que constitui a tecnologia e a técnica**, da **(2) a construção das práticas sociais e históricas** e **(3) a teoria crítica da tecnologia**, que envolvem o desenvolvimento de um artefato. Para isso, buscaremos entender a dinâmica desses processos.

Como uma tentativa de apresentar a **(1) construção da tecnologia**, podemos recuar historicamente ao princípio do século XVIII, quando ocorreu o que Alves (2009, p.18) descreve como o “movimento mais significativo da transformação do pensamento técnico, afastando-o do caráter descritivo para se comprometer com a experimentação, a verificação e comprovação de dados e teorias”. É nesse momento em que ocorre o estreitamento dos laços entre o desenvolvimento técnico e o desenvolvimento intelectual sob novas características. A partir de então, a tecnologia passa a ser estudada de modo sistemático e profundo como meio de se alcançar um objetivo, por meio de concepções tomadas enquanto verdadeiras e confiáveis pelo método científico.

Por conseguinte, temos a construção de um fenômeno no qual a tecnologia começa a ser considerada como a aplicação dos conhecimentos científicos visando à resolução de problemas. Sob essa óptica, é demonstrado por diversos autores da filosofia da tecnologia que ela passa ter uma ampla gama de definições, tais como:

1964	● Ellul	A totalidade dos métodos que se chega a racionalidade e que têm eficiência absoluta em todo campo de atividade humana
1983	● Skolimowski	Uma forma de conhecimento humano endereçada a criada uma realidade conforme nossos propósitos.
1983	● Jarvie	Conhecimento que funciona - knowhow
1984	● Borgmann	O modo de vida próprio da modernidade
1985	● Bunge	O campo de conhecimento relativo ao projeto de artefatos e à planificação da sua realização [...] à luz de conhecimento científico
1994	● Mitcham	Fabricação e uso de artefatos
1995	● Ferré	Implementação práticas da inteligência
1997	● Heidegger	Colocação da natureza à disposição do homem como recurso
2000	● Pitt	A humanidade trabalhando - at work
2002	● Feenberg	A estrutura material da modernidade

Figura 5: Definições de tecnologia por autores da filosofia da tecnologia

Fonte: Cupani, 2016.

Conforme apontado anteriormente existem diversas definições e concepções sobre tecnologia, sendo que nem sempre elas estão de acordo entre si. Apesar dessa heterogeneidade, essas concepções podem ser agrupadas e analisadas a partir de algumas características que possuem em comum. Dessa forma, em nossa discussão sobre as concepções da tecnologia iremos separá-las observando especialmente a tecnologia como ciência aplicada, que podemos dizer que tradicionalmente é a ciência tomada como um empreendimento autônomo, objetivo e neutro, baseada na aplicação de um código racional e imune a qualquer interferência externa. (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007). Esse tipo de concepção entende e defende que a garantia da chamada cientificidade se dá através da utilização de algo tratado como método científico, ou seja, na consolidação de uma série de procedimentos regulamentados, com o objetivo de produzir uma avaliação sobre a aceitabilidade de enunciados gerados a partir de

dados empíricos vinculados à determinado aporte teórico (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007).

Em poucas palavras, a estrutura final do que de maneira geral se entende na atualidade por um método científico que poderia ser qualificada a partir de uma unidade básica: lógica + experiência. Nesse sentido, temos que o desenvolvimento científico é compreendido como um processo regulado e organizado em sua base por um código de racionalidade autônomo e que, supostamente, consegue permanecer separado de condicionantes externas do tipo sociais, políticas, psicológicas e outras. Ainda sobre as características desse tipo de concepção, podemos considerar a ideia de que o desenvolvimento temporal do conhecimento é tomado como avanço linear e cumulativo e como, necessariamente, sinônimo de progresso humano.

Situação parecida com a que foi apresentada sobre a ciência acontece com a concepção majoritária de tecnologia. Autores como Lima e Queluz (2005) observam algumas das compreensões envolvidas nessa concepção e discutem que elas realizam uma descontextualização da tecnologia, fundamentada naquilo que alguns estudiosos denominaram de determinismo tecnológico. Segundo Merrit R. Smith e Leo Marx (1994) o determinismo tecnológico pode ser entendido quando a tecnologia é tomada como uma agência própria com atributos intrínsecos e com exigências inerentes ao seu próprio processo de desenvolvimento. Dessa forma, todo desenvolvimento tecnológico, a partir dessa concepção, é percebido enquanto uma força também autônoma. Para os autores, esse tipo de compreensão determinista tecnológica pode ser vista na própria utilização da palavra tecnologia quando proclamada com status de entidade que paira sobre os seres humanos, fazendo com que as ações humanas sejam obscurecidas e as máquinas passem a ser vistas como uma força determinante.

Na compreensão de Lima e Queluz (2005) o discurso determinista da tecnologia que é fortemente encontrado na sociedade industrial ganha robustez com os processos de alienação provenientes das desiguais relações sociais de produção. Esse discurso é importante de ser compreendido em razão da dimensão que toma e por ser composto por uma série de narrativas tecnológicas que circulam no universo simbólico, servindo de explicação para ações cotidianas e construindo, até mesmo, grandes narrativas do progresso humano.

Assim como na compreensão comumente feita da ciência, o discurso determinista tecnológica forja uma representação da tecnologia exclusivamente resultante do progresso, o que acaba por impedir a percepção das possibilidades sociais em seu entorno (SMITH; MARX, 1994). Para Lima e Queluz (2005) a consequência desse tipo de processo é o enfraquecimento da participação das pessoas em decisões, como acerca de políticas públicas, e o rebaixamento

dos cidadãos ao simples papel de consumidores e mantenedores de uma determinada ordem social.

Apesar dos ligeiros apontamentos a respeito de alguns problemas que podem ser apontados a partir das leituras e compreensões comuns e majoritárias de ciência e tecnologia, poderíamos questionar a possibilidade de realização de outras leituras a partir de outras concepções. Elas existiriam? Como seriam seus entendimentos sobre essas áreas?

A resposta à primeira indagação é positiva. Lima e Queluz (2005) ao se debruçarem sobre imaginários sociais desenvolvidos sobre ciência e tecnologia, destacam no caso da tecnologia, a existência de duas matrizes conceituais principais: a) a matriz relacional, que entende “a tecnologia como construção, aplicação e apropriação das práticas, saberes e conhecimentos” (p. 1); b) a instrumental, que entende a tecnologia apenas “como técnica, isto é, como aplicação prática de saberes e conhecimentos” (p. 1). De modo que as concepções de determinismo tecnológico estariam vinculados à esta segunda matriz.

A partir dessa compreensão a construção da ciência e da tecnologia é compreendida enquanto um processo que se encontra integrado ao processo de desenvolvimento de um todo quando o assunto é o **(2) conjunto de práticas sociais e históricas**, de saberes organizados e sistematizados ou tácitos, que possibilitam a satisfação das necessidades humanas. Dessa forma, o desenvolvimento tecnológico é tido como o desenvolvimento da ciência do trabalho produtivo, ou seja, o processo de produção e apropriação que ocorre de forma contínua a partir dos conhecimentos, saberes e práticas pelo ser social no desenvolvimento histórico da humanidade (GAMA, 1986).

Nesse sentido, a “tecnologia recorre explicitamente ao saber científico (dados, leis e teorias) para obter os elementos, que são vistos como recursos, não sendo apreciados apenas pelas suas qualidades inerentes” (CUPANI, 2016). Por conseguinte, ao recorrer à ciência, a tecnologia ganha um caráter social, pois, para o campo da CTS, a ciência não é um conjunto uniforme de conhecimentos que seja independente de contextos de produção e circulação (PREMEBIDA; NEVES; ALMEIDA, 2011).

Em direção a essas ideias é necessário ainda conceituar de forma mais adequada a ideia da construção da tecnologia. Assim, podemos ver na figura abaixo como essas relações são descritas:

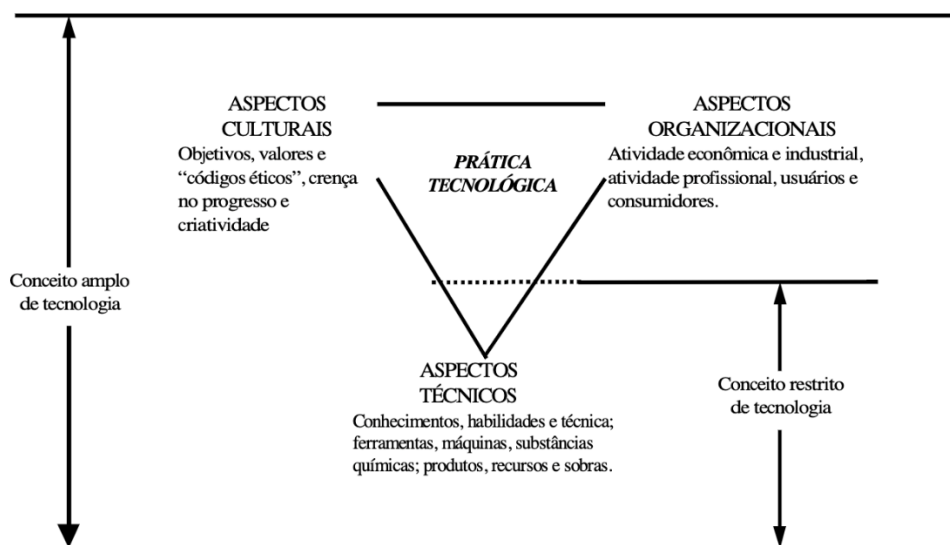


Figura 6: Definições diagramáticas de "tecnologia" e "práticas da tecnologia"

Fonte: Pacey (1983)

Nesse sentido, a ciência e a tecnologia são construções sociais complexas e assim devem ser analisadas. Como processos sociais são participantes e condicionam as mediações sociais, mas sem determinar por si só a realidade. Também não podem ser tomadas como autônomas, neutras ou reduzidas somente à ideia de experimento, técnica, artefatos ou máquinas. Elas se constituem na interação, nas relações de ação-reflexão-ação de práticas, saberes e conhecimentos, e são, desse modo, trabalho e relações sociais objetivadas (LIMA; QUELUZ, 2005).

Para Simondon (1980, p. 61), as interações técnicas combinam interações econômicas, e por sua vez, misturam-se a motivações sociais. O que importa para compreender o objeto técnico passa então a ser os intercâmbios energéticos e de informação, tanto os internos ao objeto, como os que ele mantém com seu meio, pois são eles os que definem seu grau de concretização. Nesse sentido, quando a tecnologia é identificada de forma restrita, desconsidera-se os valores culturais e organizacionais. Já o conceito mais amplo de tecnologia, entretanto, não pode ser entendido enquanto termo livre de valores ou politicamente neutro.

Como uma possibilidade de entender essa dimensão, é possível recuar aos campos da filosofia da tecnologia no desejo de compreender o algoritmo enquanto um artefato

tecnocientífico²³. Dentre os muitos olhares possíveis dessa linha filosófica, abordaremos a **(3) teoria crítica do filósofo Andrew Feenberg²⁴**.

A teoria crítica de Feenberg (2015a, 2015b, 2017) traz uma nova leitura no modo em que os valores incorporados na tecnologia são específicos e não são representados adequadamente por tais abstrações, como a eficiência e o controle. Ela busca reconhecer a existência de consequências catastróficas no desenvolvimento tecnológico, mas ainda vê uma promessa de maior liberdade na tecnologia. Para o autor, é possível domar a tecnologia submetendo-a a um processo mais democrático de projeto em seu desenho e desenvolvimento (FEENBERG, 2015a).

Para melhor compreender essa relação, Feenberg (2015a, 2015b, 2017), introduz o conceito de código técnico como meio de articular a relação entre o projeto técnico e social. De modo que, a noção de código técnico pressupõe, então, que existam diferentes soluções para um mesmo problema técnico. Essa visão remonta diretamente a noção de algoritmo que estudamos no capítulo 1. Nesse olhar, tal como o algoritmo, a tecnologia tem em si a possibilidade de ser construída por diferentes visões e técnicas. Por consequência, tal como a tecnologia, os algoritmos computacionais se tornam códigos-técnicos; não por serem, apenas, os artefatos de mecanismos de busca²⁵, plataformas de mídia social²⁶, sistemas de recomendação²⁷ e bases de dados²⁸, ou porque se tornam objetos de interesse popular, mas porque são compostos de práticas sociotécnicas coletivas com o “poder de possibilitar e atribuir significados” (LANGLOIS, 2013, p. 97).

A partir dessa noção dos significados Feenberg (2015a) descreve que os códigos técnicos, em certa medida, estão sempre enviesados pelos valores dos atores dominantes, ou seja, pelo controle de quem o regula. O enviesamento técnico, no entanto, é difícil de ser identificado, dado que as consequências sociais injustas das decisões técnicas parecem ser meros efeitos colaterais do progresso. Assim, os desvios dos códigos técnicos ocorrem por conta de uma autorreprodução operacional que representa a liberdade do proprietário ou de seus

²³ Conceito utilizado para designar o contexto social e tecnológico da ciência.

²⁴ Essa é uma leitura que traz a cada visão (instrumental, determinística, substantivista e crítica) uma alusão ao que se aproxima de um algoritmo limitando a ótica de cada abordagem. Entendemos que os algoritmos – desde a sua criação até a contemporaneidade – são reflexo de construção social, que a cada momento reflete e refrata valores de grupos sociais. Sendo a teoria crítica um apontamento, mas não o único olhar para a noção ampla da participação social nas relações algorítmicas.

²⁵ Algoritmos desenhados para buscar palavras-chave fornecidas pelo utilizador em bases de dados.

²⁶ Algoritmos desenvolvidos para possibilitar a interação social e compartilhamento de informações em redes.

²⁷ Algoritmos que selecionam itens personalizados com base nos interesses dos usuários.

²⁸ Algoritmos que acumulam dados e conjuntos de arquivos relacionados.

representantes em tomar decisões – sem supervisão – sobre como conduzir o controle (FEENBERG, 2015a).

Para mudar esse cenário, Feenberg acredita na relevância que a experiência — formada pelo conhecimento empírico e pela mediação técnica — de quem controle e quem utiliza, sejam esses latentes ou invisíveis, alterando a forma como se desenvolve o projeto, trazendo uma noção mais social à técnica (FEENBERG, 2015a). Nessa tentativa, entendemos que Feenberg diz que a noção de controle dos algoritmos deve ser a de um sistema aberto, e não com uma propriedade tecnocrata²⁹.

Ademais, como descreve Feenberg “o caráter social da tecnologia reside não na lógica do seu funcionamento interno, mas na relação dessa lógica com um contexto social” (2002, p.79). Para o autor, são essas experiências que reconfiguram a esfera técnica através de dois possíveis caminhos: a atualização das potencialidades ignoradas ou negligenciadas; ou na expressão de preferências, boicotes e protestos que modificam as ligações técnicas por meio de novas especificações do mercado (FEENBERG, 2015a).

Como forma de representar os algoritmos, enquanto objetos tecnológicos cheios de significados e valores, Aquino e Sousa (2019) buscaram construir a relação do algoritmo sob a teoria crítica na Figura 7. Nela, o ícone que representa o algoritmo é considerado um dispositivo sociotécnico, que resulta de um processo técnico como meio de controle instrumental e de resultados da interação social. A interação social é marcada pela experiência, resultado de uma mediação técnica com estilo de vida. Essa experiência é responsável por transparecer os efeitos colaterais e atribuir novas especificações à concepção do objeto. A possibilidade de retorno (*feedback*) da sociedade às esferas técnicas transpõem um caráter otimista e democrático à crítica da tecnologia.

²⁹ Sistema político ou de coordenação política, social e econômica que se baseia na predominância dos saberes científicos ou técnicos como forma de governo ou exercício de poder.

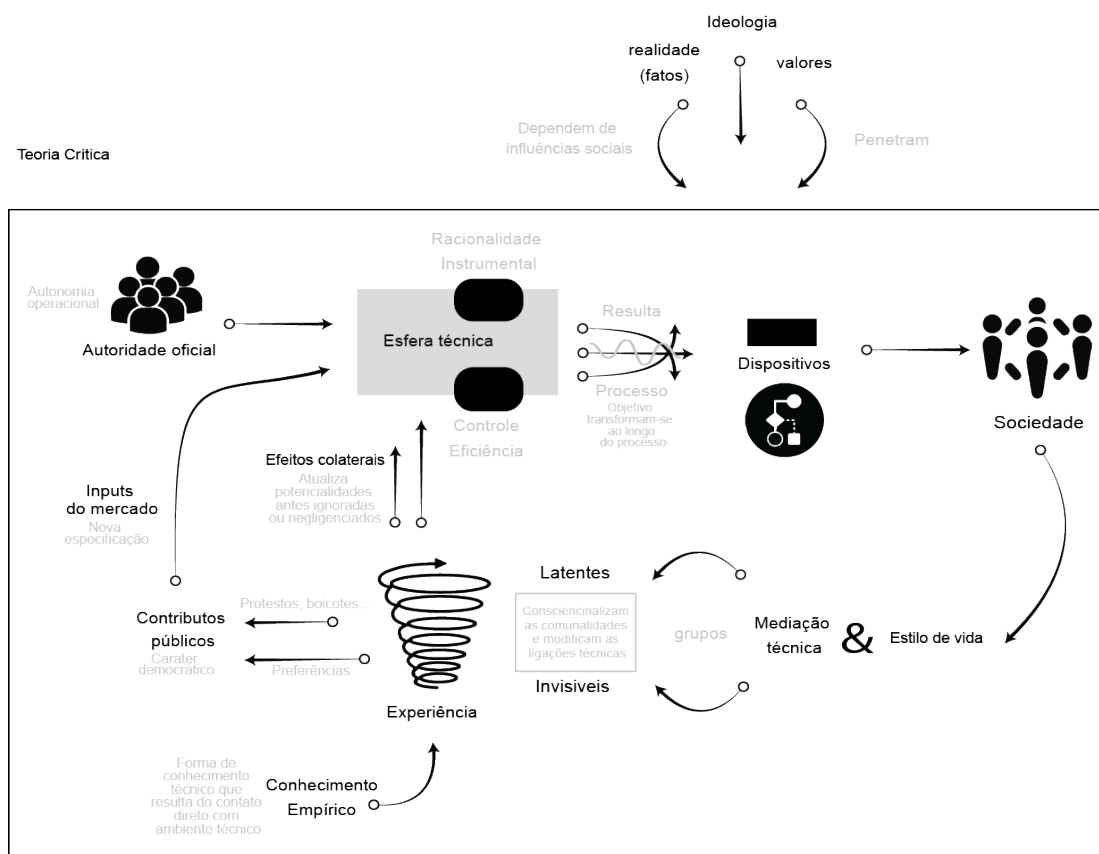


Figura 7: Algoritmo sob a lógica da teoria crítica de Feenberg.

Fonte: Aquino e Sousa (2019)

A partir dessas noções da construção da tecnologia e da constituição das práticas sociais e históricas, fortalecemos o olhar do **algoritmo como objeto** sociotécnico resultante de um **produto de saberes técnicos e de interações socioculturais**. Essa ideia se fortalece porque o termo “algoritmo” na contemporaneidade parece conjurar respostas desproporcionais à simplicidade de seu significado. Isso posto, os valores reais conectados ao algoritmo são menos importantes do que as formulações passo a passo que governam seu processamento (URICCHIO, 2017, p. 126).

2.1. Dimensão de lógica e controle

Agora introduzindo o olhar multidimensional do algoritmo, recuamos a abordagem de um dos primeiros autores que observou o algoritmo como objeto dimensional. Segundo Kowalski (1979), o algoritmo é constituído de um componente lógico, que especifica o conhecimento a ser usado na resolução de problemas (o que deve ser feito), e um componente de controle, que determina as estratégias de solução de problemas por meio das quais esse

conhecimento é usado (como deve ser feito). Simplificadamente o autor descreve o algoritmo como uma equação: **algoritmo = lógica + controle.**

Desse modo, tudo que um algoritmo se propõe a resolver e quais passos ele irá seguir para uma resolução pode ser efetuado de diferentes formas, de modo, que os algoritmos podem ser escritos por uma variação de componentes de lógica e controle distintos. A caracterização da concepção lógica será representada nos itens **(1) a ciência dos algoritmos**, que resulta nos processos de **(1.1) representação algorítmica; (1.2) estruturação lógica, 1.3) e critérios da lógica.** Ao passo que a noção de controle é descrita pela **(2) cibernética** e pelos **(3) sistemas de controle.**

Dessarte, partimos do pressuposto de que é necessário compreender como a ciência estuda a maneira de deduzir ou concluir certas verdades a partir de determinadas hipóteses ou premissas. Ou seja, entender como se deduz ou conclui certas verdades a partir de determinadas hipóteses ou premissas que existem na busca das soluções de dados problemas.

Nesse aspecto podemos nos questionar sobre a **(1) ciência dos algoritmos**, como forma de entender a quem pertence essa ciência. Quando recuamos na história, vimos que o “estudo dos algoritmos começou como um objeto da matemática” com o objetivo de descobrir um “conjunto único de diretrizes que descrevessem como todos os problemas de um determinado tipo poderiam ser resolvidos” (BROOKSHEAR, 2003, p.18-19). E que mais tarde o termo se tornou parte da representação central dos sistemas científicos da computação.

Assim, chegamos à afirmação na qual Cormen (2014) descreve os problemas algorítmicos: a chave do coração da chamada ciência da computação. Isso porque eles refletem a busca constante pela resolução de problemas que, ao longo da história, levaram os cientistas a estudar. Ou seja, quando estes estavam estudando a resolução de problemas e buscando suas soluções, também estavam estudando os algoritmos.

Consequentemente, a ciência da computação, no que diz respeito ao próprio processo de solução de problemas, acabou adotando o estudo da abstração – bem como criamos uma representação para nossas soluções. Desse modo, enquanto os algoritmos são estruturas matemáticas, também são, portanto, abstratas. Esse olhar para a abstração significou ignorar deliberadamente alguns detalhes a fim de se concentrar no problema e na solução separadamente, dividindo perspectivas lógicas e físicas (CORMEN, 2014).

O que se segue a partir desse ponto são conceitualizações que articulam novos métodos para o estudo dos problemas de abstração dos algoritmos. Como forma de nos aproximarmos de um desses diálogos, daremos ênfase aos estudos de Baldwin e Scragg (2004), que descrevem as abstrações algorítmicas sobre a relação do design, teoria e análise empírica.

Conforme a Figura 8 de Baldwin e Scragg (2004), os algoritmos são a preocupação central do campo – eles são a razão pela qual os cientistas da computação se envolvem em qualquer um dos métodos de investigação. A partir do design temos o processo de planejar a construção de algo, ou seja, uma representação algorítmica. Enquanto isso, a teoria prevê como os algoritmos se comportarão em circunstâncias ideais. E assim, há uma análise empírica ao observar como os algoritmos se comportam em configurações reais específicas.

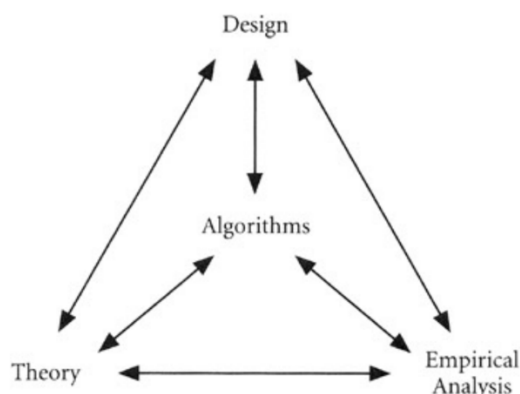


Figura 8: Tríade da Abstração Algorítmica

Fonte: Baldwin e Scragg (2004)

Essa tríade-relacional começa, então, a aproximar a formulação e as características que estruturam a base da representação lógica do algoritmo, da qual nos acercaremos nos próximos tópicos ao (1.1) estudar a relação das representações como uma caracterização do design; (1.2) ao descrever a teoria através do raciocínio estruturado; e (1.3) ao demonstrar os critérios de lógica da relação empírica.

Para facilitar a compreensão das sequências do processo de resolução de um problema, frequentemente é utilizada uma ferramenta ou um tipo de representação (AGUILAR, 1993). Algumas formas de **(1.2) representação de algoritmos** tratam os problemas apenas em nível lógico, abstendo-se de detalhes de implementação. Por outro lado, existem formas de representação de algoritmos que possuem uma maior riqueza de detalhes e muitas vezes acabam por obscurecer as ideias principais do algoritmo, dificultando seu entendimento. Para Edmonds (2008) a representação do algoritmo deve ser descrita no nível de detalhe e atração mais adequados ao público humano que deve entendê-lo.

Desse modo, apesar de o capítulo 2 se centrar na caracterização do algoritmo enquanto código computacional, também é importante mencionarmos outros percursos pelos quais

podemos planejar a construção de um algoritmo. Em muitos casos, tais técnicas servem para dar organização a essa concepção lógica, como veremos a seguir:

- A linguagem, é uma das maiores representações algorítmicas que utilizamos. Ela acontece através do conjunto de símbolos (visuais ou sonoros) que, dependendo da maneira como são dispostos em sequência, apresentam significados distintos. A linguagem escrita, por exemplo, claramente possui essa representação dos símbolos (letras, sinais de pontuação, acentos, espaços) e das regras para juntar esses símbolos formando palavras; bem como regras para juntas as palavras e formá-las em frases e textos (FARJADO, 2017). Entretanto, há de ser lembrado de que nem todo agrupamento de letras forma uma palavra existente, e nem todo agrupamento de palavras forma uma frase coesa e coerente. Apesar disso, é possível que algoritmos sejam representados por agrupamentos não estruturados, desde que ele possua uma combinação lógica em sua representação³⁰. Vemos, portanto, que tanto a linguagem natural, quanto a linguagem de agrupamentos não estruturados foram importantes no surgimento do algoritmo como um objeto para dar voz a uma nova representação da linguagem narrada, através de caminhos possíveis a um traçado matemático e lógico.
- Os diagramas, como representação algorítmica, têm vantagens sobre a descrição narrativa. Como eles consistem em símbolos padronizados e são adotados mundialmente (com poucas variações), o diagrama transcende a barreira do idioma (GRACIANO, 2017). Essa noção é explorada por Vassão (2010, p. 59):

Os diagramas são objetos de aplicação mais ampla do que o texto ou a imagem figurativa; e estão assumindo papéis cada vez mais comuns em projetos, desde a informática, até a gestão empresarial, passando pelas artes e pelo urbanismo. Eles permitem, ainda, a identificação de processos recorrentes, tipologias e aglutinações. (VASSAO, 2010, p.59)

- A partir da noção de diagramas, temos uma apresentação de maneira figurada da operação do algoritmo, conhecida como fluxograma, ou diagrama de fluxo, que é uma ferramenta desenvolvida na indústria de computadores para mostrar as etapas envolvidas em um processo. Um fluxograma seria um diagrama composto por caixas, diamantes e outras formas conectadas por setas – cada forma representa uma etapa do processo e as setas mostram a ordem em que eles ocorrem. Para Ferrari e

³⁰ É o caso, por exemplo, da criptografia ou uso de informação não cifrada.

Checinel (2014) o fluxogramas é uma apresentação do algoritmo em formato gráfico, que dá forma ao desenho algorítmico. Nele, cada ação ou situação é representada por uma caixa. As tomadas de decisões são indicadas por caixas especiais, possibilitando que o fluxo de ações tome caminhos distintos.

- Outras representações: as representações de algoritmos não possuem limites, e podemos ver isso na composição dos azulejos portugueses, ao serem utilizados processos de modulação e repetição, bem como na computação. Ou, ainda, nos pontos de crochê, onde os pontos são construídos numa combinação de passos e movimentos sequenciais (GRACIANO, 2017). Assim, quando menos imaginamos estamos construindo em nossas rotinas ou na organização do nosso pensamento, bem como nas nossas expressões sociais, variações de representações algorítmicas.

Enquanto algumas representações se preocupam com a melhor maneira de organizar o desenho do algoritmo, o código busca ser uma implementação de um algoritmo que poderá ser executado por um computador. Nesse sentido a descrição de um algoritmo computacional tende a refletir os objetos abstratos, como números inteiros, reais, sequências de caracteres, conjuntos, pilhas, gráficos e árvores. Para que isso aconteça, é necessário antes que o código executável possa ser produzido, ser capaz de projetar os algoritmos que estão por trás do código, entender e descrever esses algoritmos de maneira abstrata e ter certeza de que funcionam correta e eficientemente (EDMONDS, 2008).

Para ajudar a construir o código computacional, muitas vezes é utilizada a noção de pseudo-código. Trata-se de uma ferramenta que permite passar, quase de maneira direta, a solução do problema a uma linguagem de programação (DELGADO; AMADOR, 2013). Para Pereira (nd³¹) o pseudocódigo seria o rascunho do código computacional. Desse modo, tal como o nome sugere, ele não é um código a ser executado pelo computador, mas se assemelha à construção das linguagens de código, sendo uma maneira genérica de descrever um algoritmo sem que seja necessário atribuir uma sintaxe específica da linguagem de programação.

A partir dessa noção de uma pseudolinguagem foram desenvolvidas outras formas de representação, chamadas linguagens de programação. Essas linguagens são uma representação da tentativa de escrever as tarefas que o computador irá realizar de maneira mais parecida com a linguagem natural (FERRARI; CECHINEL, 2014).

³¹ Nd - Não identificado.

As linguagens de programação, quando muito parecidas com linguagem de máquina são chamadas de linguagens de baixo nível e suas instruções se parecem muito com aquelas que serão executadas pelo processador. Já as linguagens de alto-nível são as que guardam mais semelhanças com a linguagem natural. Além disso, um programa escrito em linguagem de máquina, por conter instruções específicas para um processamento, só poderá ser utilizado em um processador específico ou em similares. Em contrapartida, uma linguagem de programação, por conter somente instruções abstratas do que fazer, pode ser compilada³² para qualquer código de máquina. Podemos ver a seguir uma rápida representação de comandos de linguagem de programação que representariam na saída do programa a apresentação da frase “Olá, mundo”.

```
int main(){  
    printf("Olá, Mundo\n");  
}
```

As linguagens de programação servem, portanto, para que o computador tenha instruções de ações específicas. Entretanto essas ações devem ser passadas para o computador numa linguagem que ele possa entendê-las, chamada linguagem de máquina. Essa linguagem é composta somente por números, representados de forma binária³³, que, sob o ponto de vista do computador, representam as operações e os operandos que serão usados no processamento do programa. Disso, concordamos que para um ser humano, a linguagem de máquina é difícilíssima de se compreender (FERRARI; CECHINEL, 2014)

Por isso, tal como a lógica clássica aristotélica-tomista tem uma memória feita de sentenças, um computador tem uma memória feita de bits. Desse modo, cada bit guarda um “1” ou um “0” de informação, assim como cada proposição na lógica clássica guarda uma afirmação ou uma negação.

³² Referência às ações realizadas por um compilador, ou seja, ao momento durante o qual um programa se encontra em execução.

³³ Para que seja possível armazenar e manipular dados no computador é necessário representá-los internamente de alguma forma. Nós, seres humanos, representamos nossos números usando um sistema que chamamos de sistema decimal (ou sistema na base 10). No caso dos computadores digitais, a notação que é utilizada possui apenas 2 algarismos, ou dígitos, para representar uma quantidade desejada, o “0” e o “1”. Esse sistema de representação é chamado de sistema binário (ou sistema na base 2) e utiliza a noção de ligado/desligado, ou verdadeiro/falso, ou, finalmente, 0/1 .

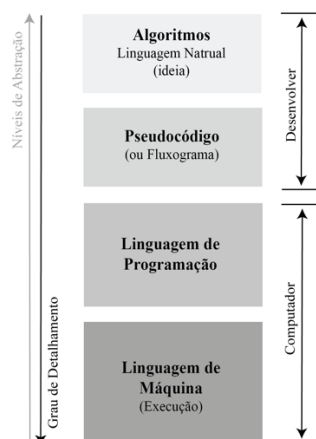


Figura 9: Grau de detalhamento e níveis de abstrações algorítmicas

Fonte: Adaptado de GRACIANO, 2017

Além de representações, como uma concepção lógica do algoritmo, é necessária uma estrutura, uma concepção da lógica formal baseada em teorias. No algoritmo essa **(1.2) estrutura está fundamentada pelo raciocínio estruturado**. Isso porque a partir dele são formadas as instruções, ou seja, o que deve ser feito (uma instrução equivale a um comando) e a ordem em que as instruções devem ser realizadas (quando). Assim, ele é responsável por delimitar a descrição dos dados e os processos, ou transformações aplicadas, que definem as regras sintáticas, isto é, que definem a forma como será construída e quais as suas estruturas básicas e semânticas (a interpretação do significado), que descrevem sua estrutura e significado, respectivamente.

Dessa forma, o raciocínio estruturado parte da utilização de uma linguagem simbólica ou, em outras palavras, parte de símbolos de origem matemática capazes de transformar a linguagem natural numa linguagem lógica que defina os parâmetros – o critério que influencia o resultado de um processo (REAS et al., 2010, p. 93).

Ao parametrizar um algoritmo nós estamos decidindo o que pode ser manipulado como também o conjunto de valores que cada um dos parâmetros pode assumir (GRACIANO, 2017). Ou seja, como os algoritmos podem ter diferentes aplicações e possíveis resoluções, sua entrada e sua saída devem ser representadas por conjuntos de elementos. Segundo Ribeiro, Foss e Cavalheiro (2017), dependendo da finalidade do algoritmo, os elementos podem ser simples (um número, por exemplo), ou complexos (uma pilha de provas de alunos, um mapa, uma ficha de paciente de hospital etc).

Então, para realizar a transformação da linguagem natural para a simbólica, e assim definir os parâmetros, é inserido o conceito da lógica proposicional, que relaciona sentenças

através dos conectivos \wedge (e), \vee (ou), \rightarrow (se... então), \neg (não) e \leftrightarrow (se e somente se). Essa compreensão é limitante a uma visão de mundo simples, onde faz-se necessária uma linguagem com mais propriedades, que chamamos de linguagem de primeira ordem, a fim expressar a complexidades de relações reais. Se por um lado a lógica proposicional assume que o mundo contém fatos, por outro, a lógica de primeira ordem considera que o mundo contém objetos, relações e funções. Assim podemos ter um pensamento de primeira ordem, que se estrutura da seguinte forma:

$$\begin{array}{rcl}
 & \textit{Todos os felinos são mamíferos} & \\
 (1) & \frac{\textit{Alguns felinos são ferozes}}{\textit{Alguns mamíferos são ferozes}} & \\
 & \textit{O sucessor de um inteiro par é ímpar} & \\
 (2) & \frac{\textit{2 é um inteiro par}}{\textit{O sucessor de 2 é ímpar}} &
 \end{array}$$

Figura 10: Estrutura do pensamento lógico

Isso acontece porque estruturas matemáticas carregam consigo, em geral, elementos distinguidos (por exemplo, o zero, como elemento neutro da soma em Z), operações (a soma e o produto em Z) e relações (a ordem em um conjunto ordenado) (BIANCONI, 2012).

Entretanto, se queremos trazer maior propriedade a essa ordem, será necessário utilizar uma extensão da lógica de primeira ordem, adicionando variáveis e quantificadores sobre conjuntos de indivíduos. A essa extensão chamamos de lógica de segunda ordem, que atua em variáveis e em conjuntos de variáveis, com ela podemos expressar propriedades de propriedades, permitindo argumentos como:

$$\begin{array}{c}
 \textit{Dumbo é um elefante} \\
 \textit{elefante é uma espécie} \\
 \hline
 \textit{Dumbo é uma espécie}
 \end{array}$$

Figura 11: Estrutura do pensamento lógico (II).

Ambas as lógicas, primeira e segunda ordem, na busca da resolução de um problema podem apresentar variações e constâncias espontâneas à medida que seus passos são

executados. Essa noção de transformação requer a representação de uma função. Essa função³⁴ seria a relação dos conjuntos, um tipo especial de relação que faz corresponder os elementos entre si. Para facilitar a compreensão, é possível apresentar um exemplo: a lei da queda de um corpo, descoberta por Galileu (1564 –1642), afirma que o espaço percorrido por um corpo que cai é proporcional ao quadrado do tempo gasto em percorrê-lo. Essa relação entre a queda do corpo e o tempo representa, portanto, uma função do tempo.

Ademais, em um algoritmo, a função como conjuntos de elementos contém dois fatores importantes: os elementos constantes, cujo comportamento é um determinado valor fixo que não se modifica ao longo do tempo; e os elementos variáveis, que possuem uma variação da informação ³⁵(MORAES, 2000). Além disso, ao construir a estrutura do algoritmo, os elementos variáveis e constantes podem ser basicamente de quatro tipos: numéricos (inteiros ou reais), caracteres (literais), alfanuméricos (letras e/ou números) ou lógicos (booleanos).

Ao possuir elementos para uma função, o algoritmo precisa realizar operações, ou proposições³⁶, divididos em três classes principais: i) os operadores relacionais, que são aqueles que comparam dois valores do mesmo tipo, nos quais o retorno da expressão relacional indica se o resultado da comparação foi verdadeiro ou falso; ii) os operadores lógicos, que são usados para servirem de conexão ao unirem expressões. Na relação de duas expressões serem unidas por um operador de conjunção, a expressão resultante só é verdadeira se ambas expressões constituintes também forem. E por fim, iii) os operadores unários, ou não lógicos, representados por \neg . Cujas função é simplesmente inverter valor lógico da expressão a qual se aplica (FERRARI; CECHINEL, 2014).

Essas são algumas das maneiras simbólicas da lógica matemática estruturada que compõe os processos de tradução e interpretação, da lógica natural. Todavia, na maioria das vezes necessitamos tomar decisões no andamento do algoritmo (MORAES, 2000) ou surge a necessidade de colocar instruções dentro de um programa que só serão executadas caso alguma condição específica aconteça. Essas decisões interferem diretamente no processo, e por isso é preciso uma estrutura de condição para realizar essa tarefa (FERRARI; CECHINEL, 2014).

³⁴ Uma função matemática é uma relação entre dois conjuntos quaisquer que associa a cada elemento de partida (domínio) um único elemento de um conjunto de chegada (contra-domínio). Os elementos do conjunto contra-domínio, que são imagem de algum elemento do domínio, constituem o conjunto imagem da função.

³⁵ Na computação, embora uma variável possa assumir diferentes valores, ela só pode armazenar um valor a cada instante.

³⁶ O argumento, objeto de estudo da lógica clássica, é uma entidade composta de entidades mais simples chamadas proposições.

Os comandos de decisão, ou desvios, fazem com que o programa proceda de uma ou outra maneira, de acordo com as decisões lógicas tomadas em função dos dados ou resultados anteriores. Assim, algo só passaria a acontecer se outro ponto fosse realizado. Ou, se algo não acontecer, tomamos uma nova direção³⁷.

Tais comandos também são conhecidos como estruturas de seleção, pois estabelecem caminhos diferentes na instrução através de comandos de condição e implicação, expressas por “se... então...”. Nessa proposição, o elemento à esquerda do conectivo \rightarrow é denominada de premissa, ou antecedente, e a proposição à direita do conectivo \rightarrow é denominada de conclusão, ou consequente. Podem também existir comandos bi-condicional ou de bi-implicação, que descreveriam a ação de “se, e somente se”. Nela, podemos partir de duas proposições, p_1 e p_2 , para podermos obter uma terceira proposição, $p_1 \leftrightarrow p_2$, a qual vai ser verdadeira se, e somente se, ambas as proposições (p_1 e p_2) possuírem o mesmo valor verdade (BEDREGAL; ACIÓLY, 2007).

Já quando desejamos que um determinado conjunto de instruções ou comandos sejam executados um número definido ou indefinido de vezes, utilizamos uma condição de repetição³⁸. Os laços (*loop*), descrevem a relação “enquanto... faça”, que provém uma maneira de repetir um conjunto de procedimentos até que determinado objetivo seja atingido quando a repetição se encerra. Todas as estruturas de repetição têm em comum o fato de possuírem uma condição de controle (FERRARI; CECHINEL, 2014).

Por fim, através de tais articulações do raciocínio estruturado, temos o uso correto das leis do pensamento, da ordem da razão e de processos de raciocínio para a produção de soluções logicamente válidas e coerentes. Ou seja, a representação da lógica, através do conjunto de leis, princípios e métodos que determinam um raciocínio coerente, induzindo uma solução prática e eficaz do problema.

Com o tempo, ao perceber que o desenho do algoritmo era formado por uma estrutura de raciocínio lógica, também foi possível perceber pelas análises empíricas que ele deveria satisfazer algumas condições. Segundo Horowitz; Sahni; Rajsekaran (1998) e Knuth (1997), tais condições são identificadas em cinco critérios diferentes. Podemos dizer que esses **(1.3) critérios correspondem à maneira como a noção de lógica** estará presente no algoritmo:

³⁷ Usualmente na computação são usados desvios e saltos semelhantes à noção de “se... então”, “se... então... senão” e “caso... selecione...”.

³⁸ Na computação são usados comandos de repetição semelhantes a noção de enquanto x, processar; Até que x, processar; Processar... Enquanto x; Processar... Até que x; Para ...Até... Seguinte.

- a. Entrada: um algoritmo possui zero ou mais entradas, que são quantidades que são dadas a ele antes do início do algoritmo ou dinamicamente à medida que o algoritmo é executado. As entradas são obtidas por conjuntos especificados de objetos, também chamados de dados (KNUTH, 1997).
- b. Saída: um algoritmo possui uma ou mais saídas, que são quantidades que possuem um relação especificada com as entradas (KNUTH, 1997). Sendo que pelo menos uma quantidade é produzida (HOROWITZ; SAHNI; RAJSEKARAN, 1984).
- c. Definitividade: cada instrução é clara e inequívoca (HOROWITZ; SAHNI; RAJSEKARAN, 1984). Ou seja, deve ser definida com precisão, sendo cada caso especificado de maneira rigorosa (KNUTH, 1997).
- d. Finitude: se traçarmos as instruções de um algoritmo, em todos os casos o algoritmo será encerrado após um número finito de etapas (HOROWITZ; SAHNI; RAJSEKARAN, 1984). Devemos observar que a restrição de finitude não é realmente forte o suficiente para uso prático. Um algoritmo útil deve exigir não apenas um número finito de etapas, um número razoável (KNUTH, 1997).
- e. Eficácia: geralmente, espera-se que um algoritmo seja eficaz, no sentido de que suas operações devem ser todas suficientemente básicas para que possam, em princípio, ser feitas de forma exata e em um período finito de tempo por alguém usando lápis e papel (KNUTH, 1997).

Além desses critérios, para González e Robayo (2010) o algoritmo deve solucionar o problema para qual ele foi desenhado. Isso implica que ele deve ser verificado, existindo um sexto fator, chamado correção. Ademais, se por um lado as noções de lógica buscam trazer organização ao processo algorítmico, por outro, a dimensão de controle passa a ser construída como mecanismo de direção e sentido. Essa noção é fortemente compreendida quando recuamos aos estudos da cibernética, em especial, nas noções de *feedback*, que se assemelham em alguns pontos ao princípio de correção.

Iniciamos assim, uma compreensão da cibernética³⁹ como um processo que opera na natureza há muito tempo; na verdade, enquanto a natureza existir. Todavia, a cibernética surge

³⁹ A cibernética não teve sucesso em se constituir como disciplina reconhecida, apesar de seu vocabulário e seus conceitos terem, em larga medida, obtido ganho de causa e se espalhado em todo o espaço de nosso discurso (TRICLOT, 2008, pág. 408). O rejuvenescimento dessa teoria, que inicia a cibernética de segunda ordem, vem a

do desejo de entender e construir sistemas que possam atingir objetivos, sejam estes objetivos humanos complexos ou apenas objetivos de simples variáveis, que surgem da noção da chamada de epistemologia aplicada (PANGARO, 2006). Esse conceito já era usado por Platão ao se referir ao governo na referência da arte de pilotar os homens, à semelhança de um navio (PEREIRA, 2003). Entretanto, com o tempo, outros autores, bem como múltiplas abordagens (Figura 15), aproximaram-se da noção de controle na cibernética: em 1834 A. Ampere relacionou a cibernética às ciências políticas; em 1843, B. Trentowsky via a cibernética como a arte de como governar uma nação; mas é 1948 no livro *Cybernetics*, que Wiener traz a relação sobre o controle e comunicação no animal e na máquina.

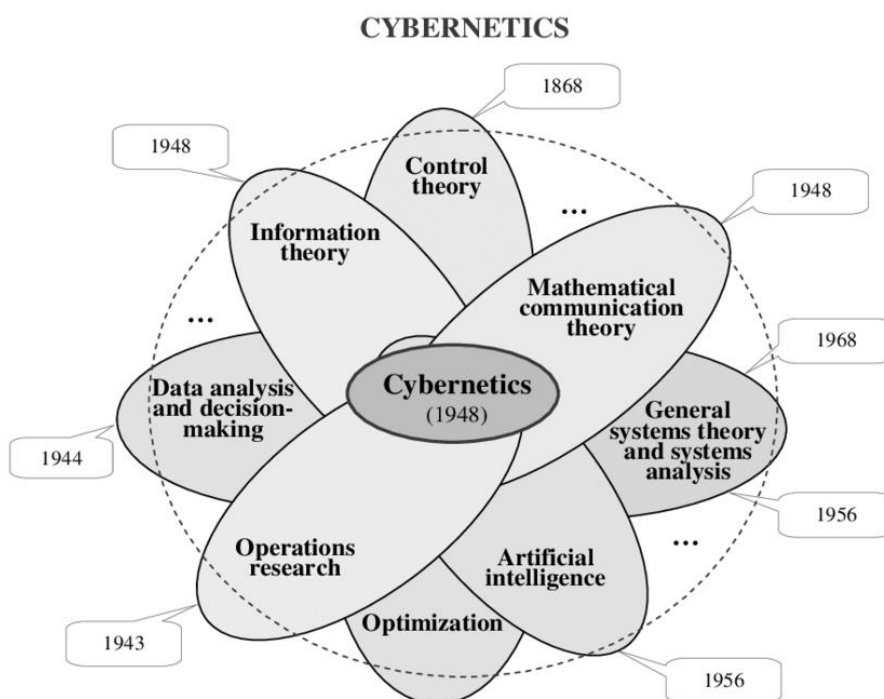


Figura 12: Composição e estrutura da cibernética

Fonte: Novikov (2016)

A tese do livro de Wiener (1968) é utilizada como base da cibernética moderna, e apresenta:

partir dos ciberneticistas Heinz von Foerster e Gordon Pask, com a introdução da noção do observador, já na década de 1960. A segunda ordem implica em uma evolução e ampliação das noções de comunicação e regulação, para linguagem e concordância, e de sistemas baseados em metas, orgânicos ou construídos, para linguística e sistemas baseados em metas, orgânicos ou construídos (PANGARO, 2004).

a sociedade só pode ser compreendida através de um estudo das mensagens e facilidades da comunicação de que se dispõe; e de que no futuro desenvolvido dessas mensagens e facilidades de comunicação, as mensagens entre o homem e as máquinas, entre máquinas e homens e entre as máquinas e máquinas estejam destinadas a desempenhar um papel cada vez mais importante. (WIENER, 1968, p. 16)

Ao focar em máquinas e animais, a cibernética se expandiu rapidamente para abranger mentes (tópico tratado pelos autores Bateson e Ashby) e sistemas sociais (nos estudos de Stafford Beer). Com isso, recuperou-se o foco original de Platão nas relações de controle na sociedade (HEYLIGHEN; JOSLYN, 2001).

Proseguindo, além de ter sempre à tona os temas controle e sistema, a cibernética também se fortaleceu nos princípios do que passou a ser conhecido como *feedback*. Essa noção está diretamente ligada às “informações retornadas a um sistema que causa mudança nas ações subsequentes do sistema, de modo que essas ações se tornam o meio pelo qual o sistema alcança seu objetivo”, sendo fundamental para o controle dos sistemas cibernéticos. Com *feedback*, o comportamento do sistema pode efetiva e eficientemente alcançar a convergência em um estado desejado a partir de um estado atual (DUBBERLY; PANGARO, 2010). Assim, quando pensamos no algoritmo como um sistema, há em suas interferências, ajustes ou correções a representação de *feedback* e também de controle.

Por conseguinte, esse novo olhar trouxe uma revolução na sociedade contemporânea, que marcou a elaboração de uma linguagem comum para além das especificidades. A virada cibernética, aconteceu em paralelo a uma das maiores mudanças na construção do algoritmo, no conceito moderno, e que se operou desde o final da Segunda Guerra Mundial no campo da ciência, matemática e da tecnologia (SANTOS, 2012). O autor Gilbert Simondon (1964) observa, esse cenário com atenção:

Enquanto a especialização científica impedia as possibilidades de comunicação, nem que fosse por causa de linguagens diferentes entre especialistas de diferentes ciências, a cibernética, em contrapartida, resultava de vários homens trabalhando em equipe e tentando entender a linguagem uns dos outros. [...] a presença de médicos, de físicos e de matemáticos eminentíssimos nessa equipe mostrava que se produzia no campo das ciências algo que, sem dúvida, não havia existido desde Newton, pois [...] Newton pode ser considerado o último homem de ciência a haver coberto todo o campo da reflexão objetiva. [...] Com efeito, historicamente, a cibernética surgiu como algo novo, querendo instituir uma síntese. (SIMONDON, 1964, p. 250)

Em outras palavras a cibernética tornou-se condição importante para enxergar como o mundo físico-mecânico funciona, pois ela visualiza, através de olhares múltiplos, as metamorfoses dos artefatos através dos fluxos de trocas de informações, percepções,

entendimentos, decisões, avaliações, correções, responsabilidades e ações (SCOTTI, 2016). Em grande medida essas reformulações representam de que maneira se comportam as concepções lógicas e de controles, tais como os *feedbacks*, nas situações da vida, no mundo, nos processos (SANTOS, 2017) e em especial nos sistemas.

Em continuidade, a **(3) noção de sistema**, segundo a teoria geral de sistemas, uma das abordagens da cibernética, foi sempre usada intuitivamente. Mesmo nos primórdios, o homem selvagem dependeu da noção de sistema ao referenciar o ordenamento para compor seus mitos ou para estabelecer a ocupação de seus espaços (LIEBER, 2001). Entretanto, com os avanços e estudos científicos nessa área, foi possível encontrar elementos que se aproximassem de uma definição. Segundo Stair e Reynolds (2011, p. 6), um sistema “é um conjunto de elementos, ou componentes, que interagem para atingir objetivos”. Nele, os próprios elementos e as relações determinam como o sistema trabalha.

Outrossim, os elementos de um sistema, devem ser coerentemente organizados e interconectados em um padrão ou estrutura que produzam um conjunto de comportamentos. E para controlar o sistema é preciso conhecê-lo. Assim, quando pensamos em controle de um sistema, também precisamos levar em conta a complexidade do mesmo (ALVES, 2002). Só então o controle pode ser compreendido como o ato de exercer comando sobre uma variável de um sistema para que essa variável siga um determinado valor, chamado valor de referência. Dessa forma, como vimos anteriormente, a noção de controle está intimamente ligada à noção de sistemas.

Para Bunge (1985, p. 301) como forma de entender o controle é preciso identificar o “sistema e o seu regulador, bem como o ambiente e os distúrbios que nele se originam”. Ou seja, identificar as relações entre os elementos, quem intermedia e o regula, bem como conhecer seus *feedbacks*. Ainda, de forma mais ampla, poderíamos dizer, conhecer a estrutura do sistema, classes de materiais, e até mesmo as leis que o governam.

Nesse sentido, para compreender como se constrói a dimensão de controle algorítmica, é preciso entender como se constrói a noção de domínio desse sistema. Apresentamos a conceitualização de Lieber que afirma que:

no que diz respeito ao controle, os sistemas adaptativos complexos, como é o sociocultural, caracterizam-se pela intencionalidade, corporizada nesse processo de retroalimentação. Nesses termos, o conceito de retroalimentação⁴⁰ redefine a causa teleológica ou “final” em “causas eficientes”, pois aquilo que traduz as metas, os acontecimentos futuros, fica explicado em termos de causas “eficientes” que operam

⁴⁰ Ou *feedback*.

no espaço e tempo presente. Isso deixa claro que a retroalimentação não é uma mera interação recíproca, mas um instrumento de operacionalização de variáveis de critério. (2001, p. 6)

Em um sistema, o controle depende do confronto da condição real com a condição desejada e dos meios necessários à percepção dessas condições e à atuação corretora (LIEBER, 2001). É como guiar completamente um navio até o destino desejado. A partir de uma posição atual, o sistema define um curso e ações são tomadas em direção à meta – nesse caso, o piloto ajusta o leme e, portanto, a direção do navio. Se o ambiente ou elementos externos apresentarem distúrbios no sistema, o regulador está responsável pelo controle, e retomada do curso do sistema (DUBBERLY; PANGARO, 2010).

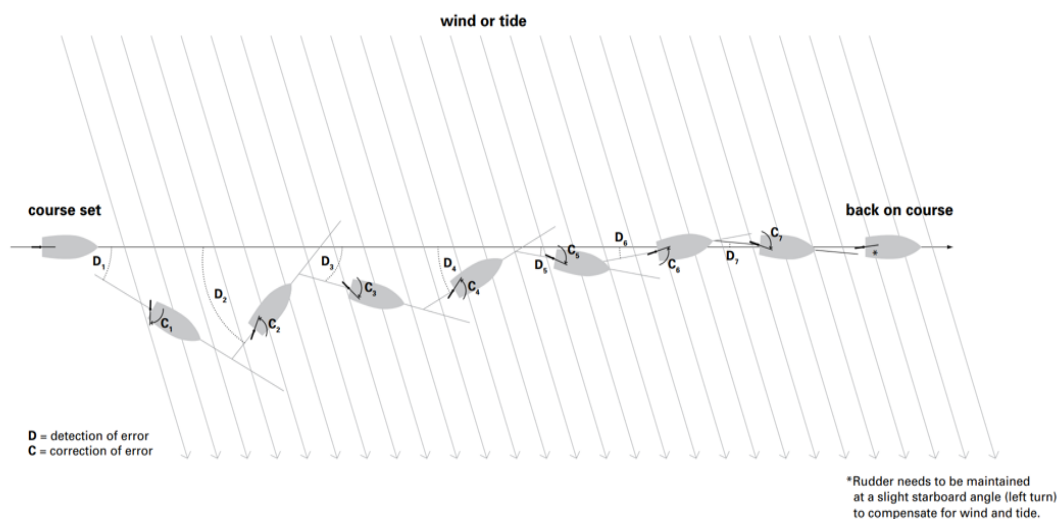


Figura 13: Controle do navio

Fonte: (DUBBERLY; PANGARO, 2010).

Para isso podemos dizer que dentre as diversas noções de controle — frear, cercar, regular, conferir, corrigir ou verificar — destacam-se três dimensões: i) o controle como função restritiva e coercitiva, que é utilizado para coibir ou restringir certos tipos de desvio indesejáveis ou de comportamentos não aceitos. Esse controle assume um aspecto restritivo de caráter negativo, podendo ser interpretado como uma coesão. ii) Também existe o controle como um sistema automático de regulação, frequentemente usado no sentido de manter automaticamente um grau constante no fluxo ou no funcionamento de um Sistema. E, por fim, iii) o controle como função administrativa, sendo ele parte do processo de planejamento, organização e direção (MENDONÇA, 2011).

Ademais, o algoritmo é um artefato cuja gênese é constituída de um controle administrativo, com o objetivo de garantir que o planejamento, a organização e a direção sejam bem-sucedidas. Porém suas atribuições podem ganhar características de outros tipos de controle conforme seu uso. É o que acontece com os algoritmos computacionais, nos quais existe uma organização que desrespeita o controle (ou fluxo de controle), as ordens de instruções, as expressões e onde as chamadas de função são executadas ou avaliadas. Essa organização, faz referência à noção da máquina abstrata que inspirou o design de todos os computadores digitais subsequentes, John von Neumann, ao conceber o que passou a ser chamado de arquiteturas no estilo von-Neumann.

A arquitetura de Neumann (Figura 17) mostra um avanço da relação de controle dos sistemas mecânicos e cibernéticos. Isso porque através de seu trabalho, os equipamentos podem ser combinados de modo a constituírem cadeias de controle simples ou múltiplas, adaptadas a diversos algoritmos, que serão responsáveis por um grande número de processos na resolução de problemas e de controle maquinaico.

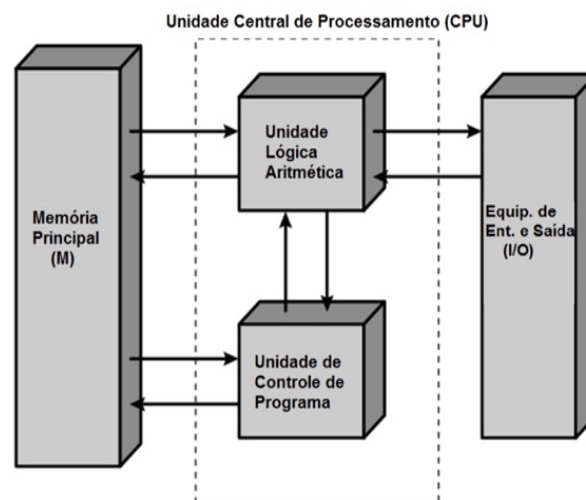


Figura 14: Arquitetura Von Neumann

Fonte: BRITO (2014)

Neumann, segundo Brito (2014), sugeriu que o computador, como máquina de execução de algoritmos, fosse organizado em componentes, cada um executando apenas uma única tarefa e de forma muito mais organizada. Ele propôs que o computador fosse composto por a) uma memória principal, responsável por armazenar os programas a serem executados, assim como os dados a serem processados; b) por uma unidade lógica e aritmética (ULA), na qual são realizadas as operações lógicas e aritméticas; c) uma unidade de controle, que baseada

nas instruções lidas da memória enviaria sinais de controle para a ULA a fim de que a mesma executasse as operações devidas; d) uma unidade central de processamento (CPU), responsável por agrupar a ULA e a unidade de controle; e) além das unidades entrada e saída, responsáveis pela comunicação com os periféricos do computador (teclado, monitor, memória externa etc.).

Na arquitetura de Neumann⁴¹, tal como nas construções dos computadores que seguiram, a unidade de controle tem a maior importância na operação de um computador, uma vez que é essa unidade que assume toda a tarefa de controle das ações a serem realizadas pelo computador, comandando todos os demais componentes de sua arquitetura. Essa noção de controle também serviu para que Neumann avançasse no projeto do autômato de autorreprodução, um dos primeiros avanços reais na ciência da vida artificial. O projeto demonstrava que a autorreprodução por máquina era realmente possível a princípio, bastava criar uma lógica de autorreprodução a partir de semelhanças notáveis, como a usada pelos sistemas vivos⁴².

O pensamento de Neumann abriu caminho aos avanços da automação nos sistemas de controle, pois, se antes os processos complexos – especialmente representados por tarefas longas, repetitivas, chatas, combinatórias e não inovadoras – requeriam um processo de controle feito conforme medidas de comando atuavam, gerando respostas que envolviam o monitoramento, agora esses sistemas de controle estão mais presentes nos algoritmos computacionais.

Dessarte, o objetivo dos sistemas de controle avançou em promover ampla flexibilidade e nível elevado de autonomia, configurando o que Dorf e Bishop (2001) chamam de sistemas

⁴¹ As máquinas que não se enquadram na definição de máquinas von Neumann são denominadas máquinas não von Neumann. Essa categoria é ampla, incluindo sistemas computacionais como: a) máquinas paralelas: várias unidades de processamento executando programas de forma cooperativa, com controle centralizado ou não; b) máquinas de fluxo de dados: não executam instruções de um programa, mas realizam operações de acordo com a disponibilidade dos dados envolvidos; c) redes neurais artificiais: também não executam instruções de um programa, trabalhando com um modelo no qual resultados são gerados a partir de respostas a estímulos de entrada; d) processadores sistólicos (VLSI): nos quais o processamento ocorre pela passagem de dados por arranjo de células de processamento executando operações básicas, organizadas de forma a gerar o resultado desejado (RICARTE, 1999).

⁴² Depois que ele respondeu a pergunta “uma máquina pode se reproduzir?” afirmativamente, von Neumann queria dar o próximo passo lógico e fazer com que os computadores (ou programas de computador) se reproduzissem com mutações e competissem por recursos para sobreviver em algum ambiente. Isso contraria os argumentos do instinto de sobrevivência e de evolução e adaptação mencionados acima. No entanto, von Neumann morreu antes de poder trabalhar no problema da evolução, mas outros rapidamente começaram de onde ele parou. No início dos anos 1960, vários grupos de pesquisadores estavam experimentando a evolução em computadores.

de controle modernos. Neles a noção de controle passa a alcançar diversos caminhos evolutivos, configurando cada vez mais a máquina como proprietária dessas tarefas de regulação e controle, determinadas pelos diferentes níveis de autonomia. Além de autonomia, os sistemas modernos são dotados de características de aperfeiçoamento e novas adaptações de sistemas anteriores, aumentando sua continuidade e flexibilidade diante da automação.

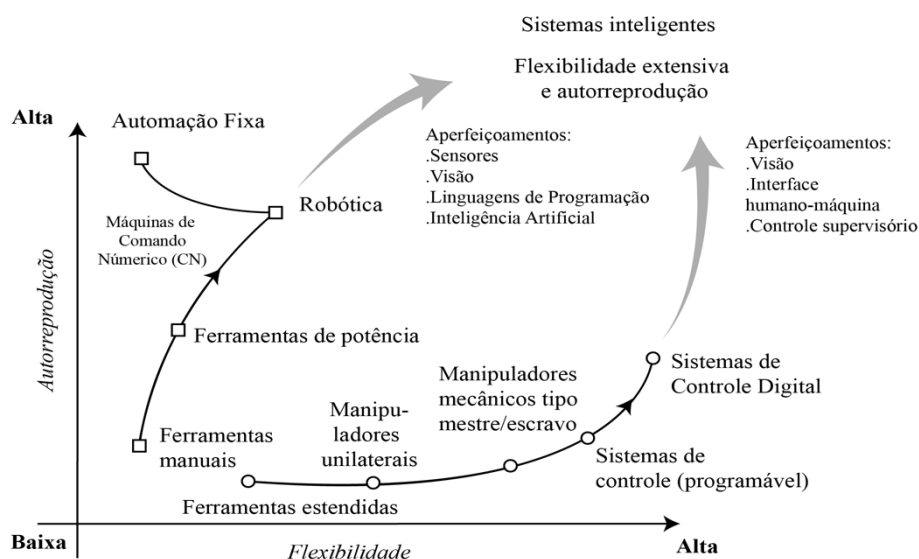


Figura 15: Sistemas de controle modernos

Fonte: Adaptado de DORF; BISHOP, 2001

Dessa forma, através de unidades de controle os algoritmos se movem como os sistemas, em direção a operações de autorreprodução com aperfeiçoamentos do controle humano (Figura 18). Assim, tem sido cada vez mais difícil imaginar um sistema de controle moderno sem uma noção algorítmica em sua estrutura.

2.2. Dimensão de automação, trabalho e alienação moral

O desenvolvimento da tecnologia foi conduzido por um movimento transformador no campo do trabalho, e tais transformações também refletiram na compreensão moderna do algoritmo. Desse modo, compreenderemos a abordagem de três questões que permeiam o desenvolvimento do algoritmo como parte dessas transformações: **(1) o processo de**

objetificação do trabalho; (2) a autorreprodução das máquinas; (3) o impacto na substituição do trabalho; e a (4) alienação moral.

Na linguagem cotidiana a palavra trabalho possui muitos significados, ela remonta as reviravoltas submetidas ao longo dos séculos a respeito das formas elementares de ação, assim como a sua importância frente a outras atividades humanas (LÉVY-LEBOYER, 1994). Por vezes, a palavra converte-se em um termo carregado de emoção, dor, tortura, suor do rosto e fadiga. Em outros, mais que aflição e fardo, passa a designar a operação humana de transformação da matéria natural em objeto de cultura: “o homem em ação para sobreviver e realizar-se, criando instrumentos e, com esses, todo um novo universo cujas vinculações com a natureza, embora inegáveis, tornam-se opacas” (ALBORNOZ, 2000, p. 8).

Com isso em vista, o trabalho se convergiu em um mecanismo para o ser humano controlar seu entorno, seu meio e as condições para sua existência. Desse modo, o ser assume uma função de individuação técnica como artesão (CUPANI, 2016) e, nessa posição, é capaz de transformar objetos, e também criar ferramentas a partir desses objetos, desenvolvendo a técnica para operar ferramentas e, finalmente, incorporando a técnica, na ferramenta para desenvolver a tecnologia.

Toda essa relação do trabalho e das ações humanas ganha diferentes dimensões quando o ser humano passa de artesão a desenvolvedor do progresso tecnológico, resultando no que Gehlen (1980) descreve como o movimento de **(1) objetificação e facilitação do trabalho humano**:

O primeiro é o da *ferramenta*, que prolonga e melhora o desempenho dos órgãos humanos. Nessa etapa, a energia física e o ingrediente psíquico ainda dependem do sujeito. Na segunda etapa, a da *máquina*, a energia física fica objetificada, dispensando a energia humana. A terceira etapa, a do *autômato*, dispensa também a contribuição intelectual humana. (CUPANI, 2016, p. 52 apud GEHLEN, 1980)

Nessa ação de transpor seu trabalho à própria tecnologia criada, a noção de trabalho passou a aderir a individualidade técnica para além do ser humano, ganhando dimensões e atributos da mecanização. A máquina, então, tornou-se um agente portador de utensílios e a tecnicidade se transformou num saber abstratamente formulável.

Ao observar essas novas caracterizações de trabalho, Simondon (1980), descreveu essa mudança como um importante deslocamento tecno-social na história, “porque o ser humano perde, assim, inadvertidamente, sua condição de indivíduo técnico para passar a ser servente das máquinas ou organizador dos sistemas técnicos” (CUPANI, 2016, p. 66 apud SIMONDON 1980).

Para Santos essa transformação, vai além, e faz com que o trabalhador ganhe uma característica de coordenar a máquina, considerando que esta “tem um comportamento que se repete uniformemente, indiferente às alterações do meio” (1979, p. 10). Por esse motivo, cabe ao trabalhador ser o responsável pelas informações sensoriais e dados dos quais os aparelhos precisam, ficando sujeito, assim, a coordenar as atividades da máquina.

Tanto a sujeição à máquina ou à sua coordenação de atividades refletem a transferência das características de trabalho para as máquinas, identificando um novo processo a ser considerado: a reconfiguração das estruturas de organização do trabalho, que começam a ganhar **(2) características de autorreprodução**⁴³ – em especial devido à noção da máquina estar fortemente associada à lógica de recursividade de funções, presentes na natureza do algoritmo (TOTARO; NINNO, 2014).

Segundo Cupani é nesse momento que, “a máquina, ao agir por si mesmo, vai relegando o homem a um papel secundário (2016, p. 38)”⁴⁴. Assim, quando as relações de autonomia começam a ser empregadas na noção de trabalho, mais o trabalho se aproxima do conceito de algoritmo. Isso se dá porque enquanto anteriormente o desenvolvimento acontecia através de um sistema muscular expresso na força das máquinas, agora ela passa a ganhar um desenvolvimento de autorreprodução através de algoritmos computacionais.

Para Ray Kurzwei (2005) do mesmo modo que a eletricidade foi a força instrumental das máquinas a vapor, atualmente os algoritmos vão ganhando características intrínsecas aos dispositivos mecânicos, sendo uma espécie de poder mental das máquinas autônomas. Na concepção do tempo presente e cibernético, os algoritmos não são os dispositivos mecânicos, mas sim a força⁴⁵ que tem a faculdade, a qualidade e o atributo da autorreprodução que executam nas máquinas funções cada vez mais complexas ao labor das transformações de uma matéria.

⁴³ Não utilizaremos o termo autonomia, considerando a crítica feita por Winner à utilização desse termo. Isso porque “a ‘autonomia’ é, seu cerne, uma concepção moral ou política que unifica as ideias de liberdade e controle. Ser autônomo é ser autogovernado, independente, não governado por qualquer lei ou força externa. Na metafísica de Immanuel Kant, a autonomia refere-se à condição fundamental de livre-arbítrio – a capacidade da vontade de seguir leis morais que ela confere a si mesma. Kant opõe-se à ideia de ‘heteronomia’, o governo da vontade por leis externas, a saber, as leis deterministas da natureza. A essa luz, até mesmo a menção de uma tecnologia autônoma faz surgir uma ironia inquietante, pois o relacionamento esperado entre o sujeito e o objeto é exatamente invertido. Dizer que a tecnologia é autônoma é dizer que ela não é heteronomia, não governada por qualquer lei externa. E qual é a lei externa apropriada à tecnologia? A vontade humana, parece-nos” (WINNER, 1977, p. 16).

⁴⁴ Sem a intervenção humana, por exemplo, uma organização autônoma descreveria uma transformação profunda nas plantas fabris que poderiam passar a ter a tecnologia assumindo o papel humano, com alta performance, a custo baixo e sem encargos trabalhistas.

⁴⁵ Tal como remonta Newton na grandeza que tem a capacidade de vencer a inércia de um corpo, modificando-lhe a velocidade.

Essa força é marcada por sistemas de unidades, com certa inteligência – no pensamento, na linguagem, na percepção, memória e raciocínio – cada vez mais acelerados e capazes de aprender e tomar decisões não estruturadas e não programadas previamente, reduzindo a necessidade de intervenção humana. Essa natureza mais eficiente é fortalecida por atributos como a conectividade e a capacidade de atualização (HARARI, 2018).

Com a capacidade de atualização, a autorreprodução torna possível operar de acordo com uma lógica um pouco diferente do pensamento do século passado. Entretanto, substitui o corpo por máquinas, que possibilitam maior controle e continuidade. Essa capacidade também gera, simultaneamente, informações que proporcionam um nível mais profundo de transparência em relação às atividades que pareciam parciais ou totalmente opacas. Nesse sentido, ela apresenta uma dualidade fundamental da autorreprodução por vias algorítmicas, visto que a autorreprodução não somente impõe informação sob a forma de instruções programadas, mas também produz informação (ZUBOFF, 2018, p. 20).

Além da relação dos algoritmos nas máquinas, que busca nos descarregar de um esforço e nos libertar de um peso, de uma demanda, ao resolver alguma dificuldade. Assim, os algoritmos de autorreprodução vêm para substituir todo um conjunto de relações cognitivas já operantes do ambiente do trabalho (PASQUINELLI, 2019). Essa transformação apresenta o que é descrito por Stiegler sobre uma forma de proletarização que enfrenta a **(3) substituição do trabalho** diante da “perda do saber do trabalhador em relação à máquina que absorveu esse saber” (STIEGLER, 2019, p. 121). Tal como, os movimentos luditas no início da Revolução Industrial.

Nessa direção, Ellul (1964, p. 399) retoma o olhar às consequências das ações de desenvolvimento tecnológico, sendo possível perceber em repetidas situações, que o impacto da ação técnica sobre o trabalhador pode ser bem mais profundo do que aparenta inicialmente através da perda de postos de trabalho provocada pela autorreprodução.

Ao considerar as repetidas situações, podemos perceber que a noção de trabalho permeia em mutação entre a utopia – com essa ampliação das oportunidades criadas pela tecnologia – e a distopia — com exemplos de modificações nas modalidades de trabalhos, fortalecendo a polarização de emprego, salários e a instabilidade social. Não é diferente na atualidade com os algoritmos, que criam uma encruzilhada entre o aproveitamento das novas tecnologias e a conectividade global para o desenvolvimento de um sistema econômico mais sustentável, em oposição ao direcionamento dessas ferramentas que aprofundam desigualdades (HARARI, 2018).

Apesar de não nos adentrarmos nas caracterizações da substituição do trabalho, é extremamente importante apontarmos um movimento decorrente das manifestações algorítmicas que tem sido discutido e estudado por diversos autores: para Slee (2017) essas mudanças estarão sob roupagem de uma economia colaborativa, de cooperação social, que esconderão a verdade sobre perda de autonomia e o controle e a crescente divisão do trabalho. E segundo Baptistella e Rebecchi (2019, p. 175), pelos “modos de conduzir os trabalhadores em seu desempenho e comportamento”, eles serão condicionados pelos sistemas de reputação ou pelo gerenciamento do algoritmo.

Esses cenários estão diretamente ligados ao modo de **(4) alienação do trabalho** expresso por Simondon (1980) – uma tentativa de ampliar o conceito marxista de alienação – que reside na equiparação de um objeto técnico como instrumento, motivada pela sua submissão ao trabalho. Para o autor trata-se de uma referência à alienação do homem em relação à técnica, em que de um lado temos “a alienação do trabalhador, cujo trabalho singular e individual é posto à venda e explorado como força abstrata, [e que] seria, de acordo com essa perspectiva, tão somente um caso particular”. Já do outro estamos diante de uma “alienação industrial e financeira à técnica enquanto modo de existência humana[, que] se refletiria, portanto, não apenas nas condições de vida da classe trabalhadora”, mas também no comando predatório da relação das máquinas, bem como dos algoritmos, enquanto trabalho (OLIVEIRA, 2015, p. 91 apud SIMONDON, 1980).

Nesse caminho, podemos demonstrar uma inversão de valores⁴⁶, um jogo entre seres individuais que se fortalece através de um ideal cultural⁴⁷, ou como chamaremos, de uma força moral, resultado dos cenários das práticas de substituição e até mesmo de um ideário romantizado de individualização e empreendimento. Essa remarca social da dimensão de trabalho, de uma alienação que distancia os objetos técnicos dos sociais, de um lado revela uma transição para a ideia não mais de um trabalhador, mas de um empreendedor que permeia os conceitos de *on demand* e *just in time*. E que também reapropria a noção coletiva de trabalho,

⁴⁶ “O grupo social de solidariedade funcional, como a comunidade de trabalho, põe em relação apenas seres individuados. Por esse motivo, ele os localiza e os aliena de uma maneira necessária, mesmo para fora de toda modalidade econômica, como aquela descrita por Marx com o nome de capitalismo: poderíamos definir uma alienação pré-capitalista essencial ao trabalho enquanto trabalho. Ademais, simetricamente, a relação interindividual psicológica tampouco pode pôr em relação outra coisa senão os indivíduos constituídos; em vez de pô-los em relação pelo funcionamento somático, como o trabalho, ela os põe em relação no nível de certos funcionamentos conscientes, afetivos e representativos, e os aliena igualmente” (SIMONDON, 2007, p. 248)

⁴⁷ Podemos dizer que esse ideal cultural é descrito sob a bandeira da inovação, eficiência e de uma apropriação cultural – pelas empresas; pela utilidade, necessidade e participação coletiva – pelos usuários; e obrigação moral de incorporação à lógica, pelos trabalhadores.

dando forma a uma produção de consumo conhecida como cooperativismo de plataforma (SCHOLZ, 2016, p. 60), o que seria a plataformização do trabalho (GROHMANN, 2009, p. 107-108) ou, como Fontes (2017, p. 59) descreve, um trabalho sem emprego.

Dessarte, esses processos são fortalecidos pelos algoritmos, como compostos de noções de trabalhos imateriais (HUWS, 2011), ou como a base dos sistemas de fábricas inteligentes, e dos sistemas de distanciamentos sociais (TOTARO; NINNO, 2014), que tentam traduzir modelos a uma reorganização de trabalho e oferecimento de uma erosão contínua da burocracia tradicional, que permitem cada vez mais o distanciamento e a desmercadorização (ESPING-ANDERSEN, 1991).

Assim, quando esbarramos na alienação individualizada, observamos um homem cada vez mais dependente dos algoritmos. O trabalho está imbricado a um artefato sociotécnico que descreve em si uma relação de subordinação oculta que, por vezes, dificultam não só a concepção de uma classe trabalhadora ou a organização dos direitos de tais trabalhadores, como revela “o encapsulamento de indivíduos dentro de algoritmos” (TOTARO; NINNO, 2014).

De modo que, nos apresentamos diante de uma operacionalização algorítmica da sociedade. A qual irá descrever não apenas os processos organizacionais e de trabalho, mas aos desígnios de um indivíduo frente aos conjuntos de direitos e obrigações, ao exercício prático de cidadania e aos modos de organização territorial. Ou seja, reflete aos processos que influem na transformação da natureza da vida social cotidiana, e que traduzem cada vez mais uma dependência desse modo de organização.

Podemos exemplificar esse processo a partir de uma demarcação importante criada sobre um movimento que toma forma durante o período no qual escrevemos essa dissertação. Estamos vivenciando a pandemia da Covid19, a qual nos condiciona a ações como o teletrabalho, home office e até mesmo à carência de suporte e exposição dos trabalhadores das plataformas algorítmicas.

Se antes o cenário da imaterialidade, ou do trabalho híbrido, eram apenas discussões primárias, agora nos vimos inseridos a uma condição necessária de continuidade aos exercícios do labor. Esse cenário com certeza trará novos debates que reabrirão essas caixas a partir da temática dos algoritmos e a da utilização das ferramentas de comunicação e informação. Bem como, agenciará o fortalecimento de ações cada vez mais vinculadas a essa subordinação. Vale, também, lembrar que essas provocações fortaleceram as discussões que envolvem a relação algoritmo e trabalho em um futuro breve.

2.3 Dimensão de corpo, *self* e ciborgues

As tecnologias proporcionam novas formas de intervenção e conhecimento do mundo, influenciando no estado de ser e no corpo humano como tentativa de desafiar as fronteiras epistemológicas modernas. Ao realizar esse processo, temos a constituição de uma relação de encarnação ou incorporação (*embodiment*) (CUPANI, 2016, p. 124), na qual a técnica representa uma extensão polimorfa à nossa corporeidade, como se a máquina se tornasse um desdobramento do ser humano.

A partir dessa simbiose homem-máquina, os algoritmos podem ser descritos pela **(1) interação do corpo: num processo de ciborguização; pelos (2) objetos resultantes da utilidade e incorporação das máquinas, e (3) pelo caminhar da transformação pós-humana.**

Um dos principais estudos sobre o tema foi realizado por Donna Haraway (2000), que observa nossa corporeidade ao reconhecer as formas nas quais a ciência e a tecnologia têm penetrado o natural, de modo que o corpo, então, não pode ser visto independentemente de seu meio. Nessa perspectiva, o corpo é reduzido a um construto cultural (HUWS, 2011, p. 28). Assim, como uma construção cultural, o corpo, pelos estudos da cibernética, é uma mistura do orgânico, do mitológico e da tecnologia, que ao remodelar as promessas da biônica e perspectivas sociais dá origem a um novo ser: o ciborgue.

O ciborgue é um produto da era da Guerra Fria⁴⁸ que se converteu em um representante dos desejos e fantasias da pós-modernidade. Além disso, Donna Haraway (2009), define o ciborgue como uma imagem que condensa elementos entre a imaginação e a realidade material. Como se quiséssemos constantemente redesenhar nosso eu (sujeito) ao pensarmos no ciborgue. Através desse pensamento de Haraway, segundo Lemos (2009), é proposta “uma inversão de axiomas, a questão agora não é mais ‘quem é o sujeito?’, e, sim, ‘queremos ainda ser sujeitos?’,

⁴⁸ Em 1960, Manfred E. Clynes e Nathan S. Kline, apresentaram, em um simpósio sobre os aspectos psicofisiológicos do vôo espacial, o termo *cyborg*, nascido da contração de *cybernetics organism*. Inspirados por uma experiência realizada nos anos 1950 em um rato, no qual foi acoplada uma bomba osmótica que injetava doses controladas de substâncias químicas, eles apresentaram a idéia de se ligar ao ser humano um sistema de monitoramento e regulação das funções físico-químicas com intuito de deixá-lo dedicado apenas às atividades relacionadas com a exploração espacial. Para eles o termo organismo cibernético foi criado em referência a uma nova classe de humanos, capazes de sobreviver em diferentes meios, tais como o espaço sideral. A ideia foi concebida depois de refletirem sobre a necessidade de estabelecer uma relação de maior proximidade entre os seres humanos e máquinas, em um momento em que o tema da exploração espacial iniciava uma discussão (CLYNES; KLINE, 1960).

já que a autora apresenta o ciborgue como aquilo que transcendeu a categorização dicotômica do mundo.

Não distante dessa concepção, Toscano (2018) comenta que a mudança que vivemos na intersecção do *self* e da tecnologia não representa apenas uma atualização de como nos representamos em sociedade, mas fundamentalmente como responsável por alterar o que significa ser humano. De modo, a mudar “a forma como medimos nosso impacto no mundo; como aprendemos, reagimos e nos adaptamos a novas descobertas; e, finalmente, como nos entendemos” (TOSCANO, 2018, p. 8).

Ambas as buscas em definição do sujeito são caracterizadas pelo processo de interação, ou como Simondon (1980) descreve: a incorporação **(2) resultante da utilidade das máquinas**. É como se o homem transferisse ao objeto um valor de dependência à sua própria existência como ser. O objeto individuado, como o autor chama, é um objeto individuado para o homem: “há no homem uma necessidade de individuar os objetos que é um dos aspectos da necessidade de se reconhecer e de se identificar nas coisas, e de se identificar nelas como ser que tem uma identidade definida, estabilizada por um papel e uma atividade”. Assim, a individuação dos objetos não seria absoluta, mas uma expressão da existência psicossocial do homem (SIMONDON, 2005, p. 60), sua representação.

Na mesma direção, Yehya (2001, p. 76) afirma que esse movimento de incorporação é ao mesmo tempo marcado pela criação de ferramentas e recriação da própria imagem do indivíduo. Conforme tentamos e exploramos o uso de várias tecnologias temos nos transformado como uma espécie e, assim, desenvolvemos em nós novas habilidades que descrevem a transição inevitável da sociedade humana (2001, p. 15).

Semelhantemente, McLuhan (2002) argumenta que os artefatos tecnológicos são caracterizados como extensões das capacidades sensoriais humanas. Enquanto, Santaella (1997) por sua vez, vai adiante e acredita que estes não desempenham apenas essa função, mas “são, acima de tudo, extensões da capacidade dos seres de produzir significados” (SANTAELLA, 1997, p. 204), isto é, máquinas, criadas devido à necessidade humana de refletir ao mundo o que se sente ou pensa.

Essa noção das modificações temporais pela revolução da tecnologia, bem como através de sistemas algorítmicos computacionais, nos leva a uma outra concepção a ser abordada na relação do corpo: a anunciação da transformação na imagem de um homem supostamente melhorado, que acopla os dispositivos tecnológicos a seu corpo, ou redesenha em sua natureza na **(3) direção da imagem de um ser pós-humano**.

Para Geertz, essa relação acontece como parte da evolução cultural e da evolução biológica, que levam a um processo contínuo de realimentação e influências recíprocas e condicionadas:

Submetendo-se ao governo de programas simbolicamente mediados para a produção de artefatos, organizando a vida social ou expressando emoções, o homem determinou, embora inconscientemente, os estágios culminantes do seu próprio desenvolvimento biológico. Literalmente, embora inadvertidamente, ele próprio se criou. (Geertz, 1989, p. 60).

Enquanto para Toscano (2018, p. 24-25), essa busca pós-humana já é reflexo em nosso corpo através das deformidades posturais que nos definem como seres *homo versantur*, cujas mudanças são reflexas do nosso prolongado envolvimento com máquinas. Assim, quanto mais interagimos com os dispositivos algoritmos, em suas materialidades técnicas, mais remodelamos nossas materialidades biológicas e evolutivas.

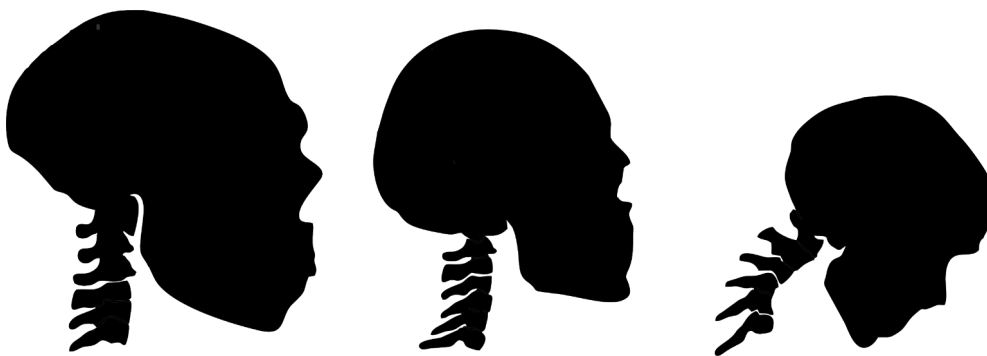


Figura 16: Caracterização do *Homo neanderthalensis*, *Homo sapiens* e *Homo versantur*

Fonte: Toscano, 2018.

O movimento da nossa cabeça ao olhar os dispositivos algoritmos como um comportamento prolongado e permanente, não é a única desconformidade que resulta dessa interação. Não só a fisiologia estrutural humana tem desdobramentos visíveis, como também, são apresentadas no corpo humano condições de desordens do sono, solidão, depressão e até mesmo vulnerabilidade social, afetando fatores de ordem biológica, psicossocial e social (TOSCANO, 2018, p. 26).

Nesse sentido, essas mudanças também se relacionam à noção do tempo pós-cibernético, no qual certas questões ultrapassam a noção homem-máquina que habitualmente conhecemos. Estaríamos falando de uma noção homem-máquina-máquina e máquina-máquina que podem ser relacionadas aos avanços do recrudescimento da tecnocientificação da vida, que gerará um

futuro para além da noção humana (VILAÇA; DIAS, 2014, p. 344). Essa noção se manifesta, em especial, quando nos relacionamos com algoritmos computacionais que buscam mimetizar a vida (tecnologia da informação, robótica, biônica e nanotecnologia) e ou ainda nos algoritmos desenvolvidos para manipular a vida (como os algoritmos genéticos e biotecnológicos), nos quais a relação entre organismo e máquina depende intrinsecamente não só de uma construção de lógica e controle, mas também de dimensões que determinam o funcionamento das máquinas (sociotécnica) e dos seres vivos (natureza evolutiva).

De modo simplificado, todos esses fatores resultam da condição “pós-industrial e descentralizada, nas quais o controle toma conta do existir e é substituído por um futuro complexo, simbiótico” (GEORGIU, 2016). Nessa perspectiva, estaríamos diante de noções do tecnohumanismo, pós-humanismo e transhumanismo⁴⁹.

Assim, o imaginário ciborgue *sci-fi* não representa, obrigatoriamente, apenas, o fetichismo do autômato, do androide ou sequer do homem/mulher biônico(a), mas os arranjos indissociáveis de tecnologias, partes orgânicas, discursos, imagens, relações, histórias, inteligências artificiais, heranças psicológicas e muitos outros recursos. Trata-se da revolução simbólica e dicotômica do corpo que Simondon descreve:

O homem que quer dominar seus semelhantes suscita a máquina androide. Abdica, então, frente a ela, e delega-lhe sua própria humanidade. Busca construir a máquina de pensar, sonhando em poder construir a máquina de querer, a máquina de viver, para permanecer por trás dela sem angústias, livre de todo perigo, isento de todo sentimento de debilidade e triunfante, de modo imediato, por aquilo que inventou. Pois bem: nesse caso, a máquina convertida pela imaginação nesse duplo do homem que é o robô, desprovido de interioridade, representa de modo demasiado evidente e inevitável, um ser puramente mítico e imaginário. (SIMONDON, 1980, p. 32)

Dessarte, quer na interação com as tecnologias ou na sua utilidade expressa, é possível demonstrar na simbiose homem-máquina a visão de que os seres vivos e as máquinas não são essencialmente diferentes. Somos todos ciborgues a partir do momento em que nascemos e começamos a interagir com as tecnologias, em uma constante retroalimentação.

2.4 Dimensão de lógica de acumulação e economia

⁴⁹ Pós-humanismo, é a palavra mais utilizada para designar o que vem depois de humanismo e transhumanismo, é mais usada pelos cientistas na medida em que falam de aprimoramento humano (JOUSSET-COUTURIER, 2016)

Os dados e informação são os *inputs* necessários para que um algoritmo seja executado. Na contemporaneidade, o valor agregado dos dados faz da informação, a nova estrutura de matéria prima do mundo. Consequentemente as noções de poder e os algoritmos computacionais já se baseiam na soberania dessa matéria. A partir disso, é importante descrevermos a noção de uma lógica responsável pela acumulação desses dados através da **(1) relação dos dados e a informação**, que se estabelece através de **(2) uma economia dos dados**, da e **(3) da financeirização digital** e do **(4) capitalismo de vigilância**

Inicialmente, para que existam **(1) os dados**, é necessário o processo de seleção de **informação**. Nesse sentido, Braman (1989) antecipa a discussão, levando-nos a uma identificação inicial de quatro finalidades pelas quais se utilizam o processo de seleção da informação: como recurso, como mercadoria, como percepção de padrões, ou como uma força constitutiva na sociedade. Assim, para o autor, a seleção de uma ou outra definição tem consequências importantes, tornando-se a informação também uma decisão política de poder e controle.

Esse recuo inicial de identificar o objetivo de uso da informação, permite-nos compreender que a informação espelha e mede a produção das relações sociais para transformá-las em notação de valor. Ou seja, as informações são o resultado de nossa vida em sociedade, que interessam a quem deseja exercer qualquer aproximação em relação às ações humanas. Para isso, as tecnologias se tornam o mecanismo responsável por condensar e cartografar detalhadamente as informações das interações sociais que compõem a produção comum (HARDT; NEGRI 2009, p. 136).

Para elucidar essa situação, podemos considerar um algoritmo social como o Facebook e o modo como ele transforma a comunicação coletiva em economia da atenção. Ou ainda podemos nos aproximar da economia do prestígio estabelecida pelo algoritmo de PageRank⁵⁰ do Google. Em ambos os cenários, os metadados⁵¹ descrevem uma mais-valia de rede. Ou seja, revelam uma disparidade entre a utilização dos algoritmos e seleção das informações pessoais (PASQUINELLI, 2013).

Nesse sentido, Pasquinelli (2013) relaciona o conceito de mais-valia de Marx, propondo ser o algoritmo computacional o motor das novas formas de valorização, que mediria assim a mais-valia de rede.

Algoritmos não são objetos autônomos, mas são modelados pela ‘pressão’ das forças sociais externas. O algoritmo deixa ver a dimensão maquínica das máquinas

⁵⁰ PageRank é uma avaliação da relevância de uma determinada página, na qual o algoritmo do Google se baseia para entender a importância de um site, ou página.

⁵¹ Metainformação são dados sobre outros dados.

informativas, contra as interpretações simplesmente ‘linguísticas’ das primeiras teorias da mídia. De todo modo, dois tipos de máquina informacional ou algoritmo atuam diferentemente: algoritmos para traduzir *informação em informação* (quando se codifica um fluxo em um outro fluxo), e algoritmos para acumular informação e extrair metadados, quer dizer, *informação sobre a informação*. [...] Através dos algoritmos, em resumo, diz-se aqui que os metadados são usados: 1) para medir a acumulação e o valor das relações sociais; 2) para aprimorar o design do conhecimento maquínico; 3) para monitorar e prever comportamento de massa (a propalada vigilância de dados). (PASQUINELLI, 2013, p. 30-31, grifos do autor).

De outra maneira, Zuboff (2018) descreve que as informações e os dados representam o lado da oferta, enquanto a mediação dos algoritmos inclui a necessidade e atividades de causalidades que correspondem à demanda, a partir de uma noção de mercado. Nesse sentido, a tecnologia representada na autorreprodução dos algoritmos⁵² não somente impõe informação (sob a forma de instruções programadas), mas também produz informação. Essas ações representam uma nova lógica de acumulação, que se origina nos algoritmos de big data⁵³, sob representação de um volume de dados inusitadamente grande (escala) descritos por mecanismos de dados, extração e análise, como um processo constante da utilização de dados pelos algoritmos (ZUBOFF, 2018, p. 18-22).

Se o dado, à luz da ciência da informação, fosse uma sequência de símbolos quantificados ou quantificáveis, a informação seria um dado organizado, construído sob algum sentido e significado. Com isso, o processo de extração de um dado é considerado um “processo unidirecional, e não um relacionamento” (ZUBOFF, 2018, p. 33), porque tal processo é ligado diretamente ao fato dos usuários fornecerem grandes quantidades de dados e, ao fazê-lo, estão entregando aos detentores dos dados a “capacidade de descobrir até o mínimo detalhe sobre suas vidas” (O’NEIL, 2018, p. 87). Essa situação acontece como reflexo de todas as ações que um usuário executa e que são consideradas sinais a serem analisados pelos algoritmos de maneira autônoma.

Assim, na informação, os dados viajam por meio de muitas fases de produção, apenas para retornar à sua fonte em uma segunda fase, cujo objetivo passa a não ser mais “lidar com os dados, mas produzir receita” (ZUBOFF, 2018, p. 40). Posteriormente, o ciclo recomeça na forma de novas transações analisadas pelo código computacional e fundamenta **(2) a economia**

⁵² A autorreprodução pode automatizar operações de acordo com uma lógica que pouco diferiria daquela presente em séculos anteriores, substituindo o corpo por máquinas que possibilitem maior controle e continuidade. E também gerando, simultaneamente, informação que proporciona um nível mais profundo de transparência às atividades que pareciam parciais ou totalmente opacas (ZUBOFF, 2018, p. 20).

⁵³ Na realidade, o termo big data é aplicado a informações que não podem ser analisadas com ferramentas ou processos tradicionais. O big data possui três princípios característicos: o gerenciamento de grande volume de informações, processamento dos dados rapidamente ou em tempo real, e integração de uma grande variedade de informações fontes que possam atrair conclusões de conexões de dados que não são aparentes desde o início.

do século XXI, baseada nos dados. Tal economia, que molda todas as modalidades de bens e serviços da contemporaneidade, é descrita por Abramovay (2014) como uma economia híbrida. Justamente porque ela se faz a partir da utilização, extração e análise dos dados que são apresentados pelos usuários de forma abertamente colaborativa através da própria utilização.

Dessa maneira, a substituição dos preços pelos “dados como vetores fundamentais de funcionamento dos mercados” (ABRAMOVAY, 2019), permite que grandes corporações sejam titulares, gerenciem e monopolizem, tanto a produção e a distribuição de tecnologias, baseadas em algoritmos computacionais, quanto a detenção das informações que influenciam a esfera social. De modo que, podemos dizer que esse mercado tem seu capital sob as pseudorrelações sociais, enquanto os algoritmos usam os dados para aperfeiçoarem suas ações. Nesse sentido, as subjetividades humanas são convertidas em objetos que reorientam o subjetivo para a mercantilização (ZUBOFF, 2018), e o conhecimento passa a ser o elemento direcionador tanto do projeto quanto do produto que ele irá gerar.

Um exemplo dessa economia dos dados, é a potencialização do mercado financeiro pelos algoritmos. Onde cada vez mais os algoritmos entram no cenário compra e venda de ações para facilitar o trabalho humano, como alternativa de diminuir a imprevisibilidade do investimento e tomar decisões mais lógicas, a fim de procurar os melhores investimentos com base na análise do mercado fundamentada nos dados e padrões analisados (SANTOS; SANTOS, 2017).

Por conseguinte, se por um lado temos os processos que moldam o conceito de datificação, por outro eles não acontecem sem que haja uma **(3) financeirização digital** (GROHMANN, 2019, 2020). Dessa forma, a “financeirização, ao mesmo tempo, é componente estrutural do modo de produção capitalista e atua como agente de circulação de sentidos para sedimentação e fixação de uma racionalidade neoliberal por todos os espaços” (GROHMANN, 2020, p. 110). Por esse ângulo, a financeirização reconfigura os fluxos de capital, centralizando a mais-valia na relação da datificação e dos códigos computacionais. Isso porque a estrutura desses sistemas se baseia justamente na simbiose de algoritmos e dados.

Ademais, atualmente, segundo Srnicek (2016), esse processo é fortalecido na construção de um capitalismo de plataformas, que se fortalece criando uma infraestrutura básica para mediar diferentes grupos através de uma concepção de rede, agregando valor a comportamentos. Logo, aumentar o número de usuários faz crescer o valor da plataforma – barateando custos e acessos, e como moeda de troca estão as informações pessoais. Assim, a financeirização se desenvolve atrelada às concepções de desmaterialização do dinheiro (MELLO; DE LAZARI, 2020; GOUX, 1973), uma vez que os dados são informações

imateriais de conteúdos culturais, conhecimento, afetos e serviços (SRNICEK, 2016). Sendo, portanto, o desenvolvimento de uma financeirização de potencial técnico sob a sociedade.

Para exemplificar podemos observar os algoritmos do WhatsApp e do GoogleMaps, que através de um modelo de negócio atrativo⁵⁴ utilizam o conhecimento como insumo e como mecanismo de agregação de valor para seus próprios objetivos organizacionais. Além disso, utilizam-se de uma série de algoritmos computacionais que filtram as informações às quais estamos expostos como parte de seu projeto de resolução de problemas ou tomada de decisões (STEWART, 2001). É como se fossemos uma peça da engrenagem desses algoritmos, e através de nossas ações subjetivas ou de comportamentos sociais, nós alimentássemos a natureza técnica, fundindo-nos em uma só natureza. Otterlo (2013) descreve com clareza essa concepção:

A informação a nível individual mais frequentemente observável ou perceptível pelo indivíduo ao qual ela se relaciona e, por outro lado, o saber produzido no nível da elaboração do perfil, que não é o mais frequentemente disponível para os indivíduos nem perceptível por eles, mas que, apesar disso, lhes é aplicado de maneira a inferir deles um saber ou previsões probabilísticas quanto às suas preferências, intenções e propensões, que não seriam, de outra forma, manifestas. (OTTERLO, 2013 apud ROUVROY; BERNS, 2018, p. 114)

Esse comportamento, de uma mercantilização decorrente de uma ação e conhecimento social, representam para Loader (1997) um meio de vigilância, no sentido de que se pode ter um controle maior sobre os indivíduos – o que eles fazem, deixam de fazer, do que gostam e o que sentem está tudo ao alcance da aparição – e que, além disso, retira a privacidade, permitindo que, teoricamente, todos tenham acesso às informações pessoais de qualquer um.

Prosseguindo, a expressão de um **(4) capitalismo de vigilância**, é utilizado pela autora Zuboff (2018, p. 25) para denominar um novo gênero de capitalismo, que monetiza a partir de dados adquiridos por um processo de acompanhamento ou de uma chamada vigilância dos usuários. A autora descreve, em primeiro lugar, sobre a relação dos dados de transações econômicas mediadas por computadores constituírem uma dimensão significativa de informações de big data. Seguido dos dados de bilhões de sensores incorporados em uma ampla gama de objetos, corpos e lugares – agregados à internet das coisas⁵⁵, banco de dados

⁵⁴ Srnicek (2014) comenta que as plataformas apresentam seu valor de negócio ligado a cinco propriedades: como plataformas de publicidade (Google e Facebook), plataformas de nuvem (Amazon, IBM, Microsoft), plataformas industriais (Siemens), plataformas de produtos (Spotify, Rolls Royce) e plataformas austeras (Uber, Airbnb).

⁵⁵ Drones, dispositivos vestíveis, carros automatizados, nanopartículas que patrulham o corpo a procura de sinais de doenças, dispositivos inteligentes para monitoramento do lar destinados a formar uma infraestrutura inteligente para corpos e objetos.

governamentais e corporativos (que incluem informações associadas a bancos, operações de saúde, crédito, seguros⁵⁶), além de dados das câmeras de vigilância públicas e privadas (incluindo desde smartphones até satélites) (ZUBOFF, 2018, p. 27-29).

Essa compreensão, permite-nos observar que a realidade é agora subjugada pela mercantilização e pela monetização e renasce como comportamento (ZUBOFF, 2018, p. 56). A autora ainda acrescenta que

os dados sobre os comportamentos dos corpos, das mentes e das coisas ocupam importante lugar em uma dinâmica de compilação universal em tempo real de objetos inteligentes no interior de um domínio global infinito de coisas conectadas. (ZUBOFF, 2018, p. 56)

Assim, mais do que para traçar o perfil de um ou outro usuário individual, os dados podem ser usados para o controle das massas e para fazer previsões acerca do comportamento coletivo, de modo que caracterizam a construção de uma relação que tem por objetivo não apenas o lucro, mas também o poder.

Nesse contexto, os dados descrevem uma sociedade do metadado que permeia entre o Data panoptismo de Sadin (2015)⁵⁷ no que tange à multiplicidade complementar que nos conecta a diversas redes e expandem progressivamente o campo sujeito à observação vigilante e à evolução da sociedade de controle introduzida por Deleuze (1990), na qual os fluxos de dados que são ativos se retroalimentam em coparticipação.

Quanto ao controle e o poder – de observação, interpretação, comunicação, influência, conduz aos usuários um meio de modificação comportamental, ou seja, de uma modificação da totalidade de suas ações (ZUBOFF, 2018, p. 44, 45). Para Gambetta (2018) isso acontece num processo de passividade dos usuários em relação à tecnologia dos algoritmos computacionais. Mesmo que os algoritmos se alimentem de uma estrutura de informação e dados pessoais, o indivíduo se opõe à inclinação de resistir, pois tais tecnologias são fortemente sentidas como essenciais. Nesse contexto, o autor afirma que:

⁵⁶ Para a autora, muitos desses dados, juntamente com os fluxos de transações comerciais, são adquiridos, agregados, analisados, acondicionados e, por fim, vendidos por data brokers que operam de forma sigilosa, ao largo dos estatutos de proteção do consumidor e sem seu consentimento e conhecimento, ignorando seus direitos à privacidade e aos devidos procedimentos legais (ZUBOFF, 2018, p. 28).

⁵⁷ O data-panoptismo consiste em um “entrelaçamento cada vez mais ‘íntimo’ entre os seres e os algoritmos que induziram indissociavelmente tanto um conhecimento aprofundado sem cessar das pessoas, dos fatos e das coisas, quanto uma regulação automatizada do campo da ação” (SADIN, 2015, p. 172-173).

O momento da doação (do dados)⁵⁸ é ocupado pela oferta gratuita de um serviço, o presente que o plataforma oferece para criar um relacionamento com seu usuário. No momento da receber, o usuário aceita o presente assinando os termos que regem o uso de serviço. É dentro deles, e é nesse ponto que o esquema de *Mauss* sofre um distúrbio, que é configurado no momento da reciprocidade, ou no de dados pessoais e uso do serviço. Dados a vir então revendido, contribuindo para criar o valor da própria plataforma. (GAMBETTA, 2018, p. 186)

Por fim, apesar de não aprofundarmos algumas questões, é importante demonstrar que “mais dados não equivalem a melhores dados” (O'NEIL, 2018, p. 113). Então, embora haja uma corrida à matéria-prima dos dados, e que para muitos sejam ativos cruciais é preciso ter uma preocupação no que diz respeito à privacidade e à necessidade de estruturas legais atuais para acompanhar os desenvolvimentos tecnológicos (TENE; POLONETSKY, 2012). Além disso, a acumulação de dados se constrói a partir de dados imperfeitos, incompletos e generalizados (O'NEIL, 2018, p. 33) que podem não apenas herdar os preconceitos promovidos em ambientes sociais, mas também envolver interdependências complexas entre ética em pesquisa e acesso a dados.

2.5 Dimensão de política e vieses

Os algoritmos têm sido protagonista nas transformações presentes na vida em sociedade, bem como em artefatos que modulam comportamentos. Entretanto, apesar dessa onipresença, eles ainda ganham a atribuição de artefatos imateriais e invisíveis (SILVEIRA, 2019, p. 271). Nesse sentido, precisamos tensionar alguns elementos que podem estar por trás dessa atribuição, analisando, assim, as **(1) motivações e inerências políticas, (2) vieses e opacidade da matemática abstrata e (3) uma possível retroalimentação de ramificações políticas.**

Ao remontar o uso e o desenvolvimento do algoritmo, não refletimos sobre ele ter sido projetado e “construído de tal forma que ele produza um conjunto de consequências lógica e temporalmente anteriores a qualquer dos seus usos explícitos” (WINNER, 1986, p. 125). Isso acontece porque tendemos a construir uma visão instrumental do algoritmo, como se ele simplesmente fosse resultado de “uma concatenação de mecanismos causais” (FEENBERG, 2015a, p. 126), ou apenas uma relação técnica, isto é, como aplicação prática de saberes e conhecimentos que possuem o controle humano e a neutralidade de valor (FEENBERG, 2015a).

⁵⁸ No idioma inglês, a palavra “dados” é de fato declarada a partir do participio dato do verbo latino “dare” ou “datum”. Essa palavra, se usada como substituto atributo neutro da segunda declinação, pode ser traduzido como “coisa dada” e portanto, assume o significado de um presente.

Entretanto, alguns autores, como WINNER (1986), Bunge (1985), O'NEIL (2018) e FEENBERG (2015a, 2015b) vão observar o desenvolvimento tecnológico como um processo que suscita diversos problemas axiológicos. Em outras palavras, a possibilidade de que as tecnologias não apenas sejam passíveis de **(1) uso ou instrumentalização com determinadas intenções políticas**, mas que possam de alguma maneira ser modos de consagrar determinadas relações sociais de poder, fomentando ou impedindo determinadas formas de vida social. Assim, o algoritmo, como uma tecnologia, também teria em seu pano de fundo uma natureza política.

Aproximamo-nos dessa discussão com o olhar de Bunge (1980), que nos convida a entender que dentro de uma atividade tecnológica os objetos e eventos reais se classificam em (possíveis) recursos e produtos (artefatos), e o restante é descrito como:

[...] conjunto das coisas inúteis, abrangendo os produtos de rejeito não recicláveis. O tecnólogo atribui maior valor aos produtos que aos recursos e a estes aprecia mais do que ao resto [...]. Sejam P e Q dois componentes ou duas propriedades de certo sistema de interesse tecnológico. Suponhamos que, longe de serem mutuamente independentes, Q interfere com P ou o inibe. Se P for desejável aos olhos do tecnólogo, então ele chamará Q de *impureza* ou *ruido*, ou coisa similar. E a menos que a impureza seja conveniente para obter-se um terceiro item R desejável – tal como condutividade, fluorescência ou uma cor determinada – o tecnólogo considerará Q como algo carente de valor e, portanto, passível de ser minimizado ou neutralizado. (BUNGE, 1980, p. 199, grifos do autor).

Os ruídos que Bunge (1980) descreve vão ganhar interpretações políticas e ideológicas na visão de Winner (1986), que demonstra existirem duas formas de ilustrar como os artefatos podem conter propriedades políticas⁵⁹: primeiro são instâncias nas quais a invenção, projeto ou arranjo de um dispositivo técnico ou sistema específico se torna uma maneira de resolver uma questão dentre os afazeres de uma comunidade particular. Segundo, são casos daquilo que pode ser chamado de tecnologias inerentemente políticas: sistemas feitos pelo homem que parecem exigir ou ser fortemente compatíveis com tipos particulares de relações políticas (WINNER, 1986, p. 3).

Ambos os casos expressam uma vasta gama de motivações humanas, dentre as quais destacamos o desejo de alguns de dominar outros, mesmo que isso represente uma violação do padrão normal (WINNER, 1986, p. 124). Ou seja, esse cenário, por vezes, descreve uma renúncia à precisão e à compreensão detalhada das situações e se centra em uma chamada

⁵⁹ Pelo termo política o autor compreende os “arranjos de poder e autoridade nas associações humanas, assim como as atividades que ocorrem dentro desses arranjos” (WINNER, 1986, p. 3)

conotação de eficiência (O'NEIL, 2018, p. 31). É como se a perda de alguns valores acarretasse o aumento e ganho de performance e garantisse o progresso.

Todo esse processo é demonstrado por autores da literatura como um cenário que acontece dentro de um algoritmo. Além da concretização, do subsídio dos valores pelo crescimento, existe um risco maior, o fato dos **(2) algoritmos serem fortalecidos por sua opacidade**, e ocultarem cenários de “manipulação, vieses, censura, discriminação social, violações de privacidade e dos direitos de propriedade, abuso de poder de mercado, efeitos sobre as capacidades cognitivas, além de uma crescente heteronomia” (DONEDA; ALMEIDA, 2018, p. 145).

A fim de explicar como os vieses acontecem dentro de um algoritmo, tomamos a noção de Winner (1986, p. 125), que afirma que “muitos dos mais importantes exemplos de tecnologias que têm consequências políticas são daquelas que transcendem conjuntamente as simples categorias de ‘intencional’ e ‘não intencional’”. Desse modo, o algoritmo passaria a refletir uma tentativa de equilíbrio entre o que é e não é exposto a quem o usa. Com isso, se o viés é uma tendência ou distorção do julgamento de um observador com relação à estrutura de seu objeto, um algoritmo enviesado, seria composto de uma tendência ou propensão desvirtuada em sua maneira de resolver um problema ou propor uma solução, tornando outros cenários excludentes à medida que limita um objetivo. Como vemos na figura a seguir, isso pode acontecer de diferentes formas e através de distintas naturezas.

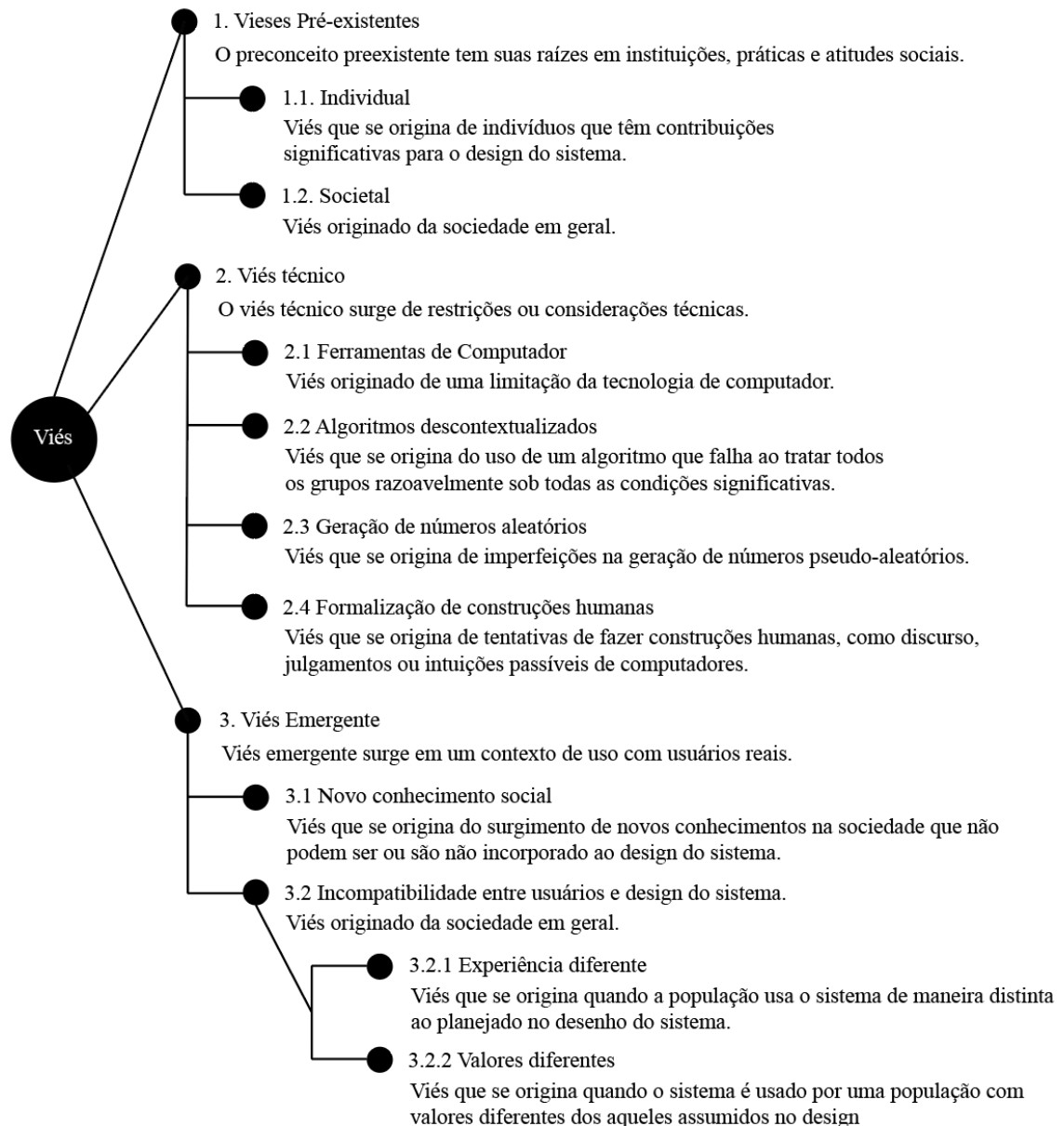


Figura 17: Viés em sistemas de computador

Fonte: Desenvolvido pela autora com base em FRIEDMAN e NISSENBAUM, 1996

Para demonstrar como esse movimento acontece na matemática abstrata, Eugenia Cheng (2018) explica as relações excludentes e de hierarquia. Para a autora a matemática utiliza a relação de fatores de 30 (1, 2, 3, 5, 6, 10, 15, 30) condicionados sob os fatores entre si que reconstruem a figura de um cubo, cujas relações são as vértices. O valor 30 fica no topo, ligado a 6, 10 e 15. Como divisor comum de 10 e 15 temos 5. Como divisor de 6 e 10 temos 2. Como

divisor de 6 e 15 temos 3. E, por último, 1 sendo divisor de 2, 3 e 5. Ao passo que a mesma possa ser substituída por letras, A, B, C, que resultaria num conjunto de situações que podem transcrever qualquer coisa. Por exemplo, três tipos de privilégios: rico, branco, homem, como no esquema a seguir:

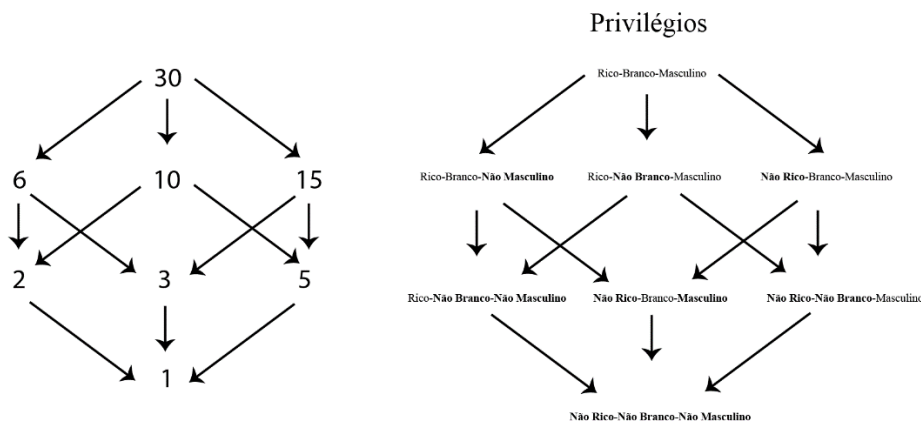


Figura 18: Representação de relações excludentes e hierarquias na matemática abstrata.

Fonte: Adaptado de CHENG, 2018

Nesse modo, quando tentamos representar as opções de hierarquia, excluímos naturalmente outros conjuntos dessa relação. Isso porque após escrever os privilégios, nós podemos remodelar nossas hierarquias com as variáveis que não correspondem às noções primárias escolhidas, mostrando que abaixo dessas relações temos cada vez menos privilégios.

Essa representação desigual através da matemática abstrata acontece porque o que descrevemos no mundo real é um modelo, um espelho de uma representação que condicionamos. Olhar para essas estruturas também nos ajuda a mudar a óptica das hierarquias dos diagramas como um meio de entender o contexto da qual foi excluído, ou aquilo que no mundo real não enxergamos. Tal como representada na matemática de Cheng (2018), os algoritmos possuem opiniões integradas, ou seja, possuem parâmetros e modelos em sua estrutura. E para O’Neil (2018), quando criamos um modelo:

tomamos (quem cria o modelo) decisões sobre o que é suficientemente importante como para incluí-lo no modelo, e simplificamos o mundo em uma versão de jogo que pode ser fácil de compreender e da qual se pode deduzir feitos e ações importantes. Esperamos que o modelo realize uma única tarefa e aceitamos que em ocasiões se comportará como uma máquina que não tem ideia de nada, uma máquina com enormes pontos cegos. (O’NEIL, 2018, p. 30-31)

Nesse sentido, os pontos cegos de um modelo refletem as opiniões e prioridades de seus criadores. Essas propriedades, do olhar do criador, apesar de terem uma reputação de imparcialidade, refletem objetivos e ideologias (O'NEIL, 2018, p. 31), pois descrevem toda a carga de relações e conhecimentos do criador, como uma visão limitante, que podem não apresentar as noções excluídas de seu contexto, aumentando assim possíveis desigualdades (O'NEIL, 2018, p. 63).

Evidentemente, os racistas não dedicam muito tempo a buscar os dados confiáveis para desenvolver seus retorcidos modelos. E quando esse modelo se transforma em uma crença, torna-se profundamente enraizado. O modelo gera então suposições perniciosas, ainda que raramente se verifique e eleja dados que parecem confirmá-los ou reforçá-los. (O'NEIL, 2018, p. 33)

Dessarte, para que exista eficiência em um algoritmo, cujo modelo seja acreditável, ocorre desde o princípio a definição de um duplo objetivo do modelo (escolha das variáveis) a qual reflete a realidade e hierarquia já estabelecida (O'NEIL, 2018). Com isso, um algoritmo, quando é reflexo de uma busca pelo melhor caminho ou resolução (performance), acaba por não considerar outras possibilidades – ainda que busquem a mesma finalidade.

Desse modo, se inicialmente o pressuposto de um desenvolvimento algorítmico era remover humanos do processo de tomada de decisão para possivelmente eliminar o viés humano, então, na verdade, estamos diante de um paradoxo, já que em alguns casos a tomada de decisão automatizada serve para replicar e amplificar os vieses (AJUNWA, 2016). Podemos dizer que quando isso ocorre se rompe o conceito democrático, pois a democracia acaba nas escolhas dos parâmetros de um código, referenciando Winner ao dizer que “a democracia acaba nos portões das fábricas” (1986, p. 133), ou na maneira como construímos os modelos que fundamentam a estrutura do sistema algorítmico. Ambas as questões nos permitem, por exemplo, considerar se no caso dos vieses temos eliminado o preconceito humano ou se simplesmente o camuflamos com a tecnologia.

O desembaraço, do que ocultamos nos algoritmos, também está ligado a uma tensão intrigante no cerne de muitos raciocínios atuais sobre algoritmos, sobre a qual iniciamos esse tópico. Assim, os algoritmos são retratados como estranhamente indescritíveis e inescrutáveis (VAN COUVERING 2007; SILVEIRA, 2019). Dessa forma, esses vieses são particularmente desafiadores, já que os algoritmos relevantes são geralmente difíceis de acessar, em parte devido às reivindicações de propriedade e por estarem em um estado constante de fluxo (comercial), ou seja, a opacidade dos algoritmos é uma tendência sustentada por elementos de

natureza tanto técnica quanto não técnica – assim como a concorrência e a propriedade intelectual (O'NEIL, 2018).

Dessa maneira, O'Neil (2018, p. 43) descreve que o maior desafio da opacidade é quando ela se une à noção de escala e dano, dando então fortalecimento para o que a autora chama, de armas de destruição matemática. Para ela algoritmos que “são opacos, sem que haja questionamentos, não exibem explicações e operam a uma escala que classificam, tratam e otimizam milhões de pessoas” (O'NEIL, 2018, p. 21). Isso porque “os privilégios são analisados por pessoas; as massas por máquinas” (O'NEIL, 2018, p. 17).

Ao admitir a existência dessas implicações compreendemos que o sistema algorítmico apresenta relações intermediáticas, inter-organizacionais e intersociais, que resgatam a noção de dispositivo de Foucault, cujas regras e o desenho de sua constituição operacional “levam as marcas das condições de sua emergência e realização – tecnológicas, organizacionais, econômicas e culturais” (GONZÁLEZ DE GÓMEZ, 2002, p. 35).

Segundo O'Neil (2018) precisamos pensar não apenas sobre o impacto e as consequências desse dispositivo, mas também precisamos analisar as formas de poder pelas quais as noções e ideias sobre o algoritmo circulam na vida em sociedade. A autora ainda trata sobre a possibilidade dos algoritmos interferirem na realidade da vida humana como um coautor que eleva a condição de reconstrução de significados, permitindo o senso de empoderamento como sujeito⁶⁰.

Nesse sentido torna-se necessário pensar o que é essa descrição de poder. Afinal, quem se empodera? Podemos trazer Foucault (1979) que conceitualiza o poder como uma apropriação ao conhecimento, retido por instrumentos reais que formam e acumulam conhecimento como métodos de observação, gravação técnica, procedimentos de pesquisa investigativa, a mecanismos de verificação. Isto é, o delicado mecanismo de poder não pode funcionar a menos que o conhecimento, ou melhor, aparatos de conhecimento, sejam formados, organizados e colocados em circulação.

Esse empoderamento pode permitir o questionamento das relações de dominação estabelecidas de diversos modos. Podemos falar de relações de dominação de gênero, relações de dominação de classe, de raça etc. Elas também podem ser o somatório de todos esses tipos de relações de dominação. Desse modo, aplicações baseadas em matemática, e que empoderam os algoritmos, são baseadas em escolhas feitas por seres humanos falíveis.

⁶⁰ No tópico, 2.6 Dimensão de antropologia, cultura e identidade é fortalecida a representação do sujeito e a governamentalidade através das utilizações do algoritmo, como reflexo de uma abordagem não apenas política, mas cultural.

Ademais, os códigos na contemporaneidade são, principalmente, impulsionados por programadores, seres humanos com seus próprios preconceitos e motivos, que podem fomentar um certo ponto de vista e, por vezes, refletir sua própria versão distorcida da realidade (O'NEIL, 2018).

Os programadores não sabem como codificar e seus chefes tampouco os pedes – justiça. [...] A questão reside em nós, como sociedade estamos dispostos a sacrificar um pouco de eficiência em aras da justiça. Pode ser que seja mais difícil, porém é necessário. [...] Outra questão é a igualdade. A igualdade é um elemento essencial da justiça. A justiça não pode ser só algo que uma parte da sociedade inflige na outra [...] Muitas vezes é necessário uma nova maneira de ler os mesmos dados, uma outra ótica. (O'NEIL, 2018, p. 120 - 122)

Assim, tal como os programadores, os usuários podem também transferir aos códigos suas representações de mundo, através do modo como interagem ou subscrevem a utilização dos mecanismos algorítmicos. Portanto, quando novos dados são inseridos ou quando algoritmos recebem outras informações, diferentes das quais constituem sua estrutura inicial, passam, então, a fortalecer **(3) uma retroalimentação de ramificações políticas em sua natureza**. Essa ação reaproxima a relação de individualização que Simondon (1980) descreve como uma constante influencia entre o meio e o condicionamento que a interação técnica tem em seu objeto.

A individualização é possível devido à recorrência da causalidade no ambiente que o ser técnico cria em torno de si, um ambiente em que influencia e pelo qual é influenciado. Esse ambiente, que é ao mesmo tempo natural e técnico, pode ser chamado de meio associado. Através disso, o ser técnico é condicionado em sua operação. Esse não é um ambiente fabricado, ou pelo menos, não é totalmente fabricado; é um sistema definido de elementos naturais que cercam a área técnica objeto. O meio associado é o mediador da relação entre as técnicas fabricadas, elementos e elementos naturais dentro dos quais o ser técnico funciona. (SIMONDON, 1980, p. 60).

Essa individualização é um laço de retroalimentação pernicioso. Também marcado pelo reforço dos usuários que ajudam a criar o entorno que justifica o que é suposto. Esse laço destrutivo alimenta a si mesmo, e assim o modelo do sistema algorítmico volta cada vez mais injusto (O'NEIL, 2018).

Podemos descrever esse movimento quando concordamos com as associações políticas do algoritmo, fortalecendo as potencialidades enviesadas e aumentando a probabilidade de vieses sistemáticos, em vez de atribuímos correções e ajustes aos desequilíbrios de uma retroalimentação.

Por fim, cabe lembrar que atualmente os algoritmos têm sido elemento central do ecossistema informacional. Ao qual recorreremos constantemente através de inúmeras

tecnologias para introdução de conhecimento ou como mediador das nossas relações, que podem também estimular novas e diferentes ramificações políticas, não apenas no código, mas na maneira como retroalimentamos nossa vida em sociedade.

2.6 Dimensão de antropologia, cultura e identidade

Os algoritmos, tornam-se cada vez mais parte e parcela da própria essência do homem na contemporaneidade. Sendo essencial ao homem, não nos surpreende que eles manifestem as mesmas características do homem⁶¹ e se tornem compostos de práticas humanas coletivas. Sendo, assim, os algoritmos são artefatos múltiplos, que em contato social se caracterizam como conjunto de hábitos e conhecimentos, ao qual é possível atribuir uma relação de cultura através de uma aproximação ao conceito de **(1) antropologia do algoritmo**, o fortalecimento do **(2) fetiche tecnológico**, **(3) as distintas construções de identidade social** e pela **(4) governamentalidade algorítmica**.

Essa visão de algoritmos se aproxima das noções etnográficas e **(1) antropológicas do algoritmo**, que o descrevem como uma cultura difere da noção de cultura algorítmica (STRIPHAS, 2015), que postula os algoritmos como uma força transformadora, exógena à cultura. Porém, não é o que Gillespie (2013) chama de algoritmos que se tornam cultura, que para o autor acontece quando algoritmos se tornam objetos de debate popular e metas de ação estratégica (por exemplo, fãs lançando uma campanha para influenciar a escuta de uma música). A cultura está atrelada à maneira como os algoritmos interagem em ciclos de *feedback* e retroalimentação em nossas práticas coletivas enquanto sociedade.

Assim, para Seaver (2017), os algoritmos indicam não apenas várias propriedades em um sistema de objetos técnicos singulares, mas objetos culturalmente instáveis criados e compostos pelas práticas de quem se envolve com ele. De modo que os algoritmos podem afetar a cultura e a cultura pode afetar os algoritmos de maneiras distintas

Podemos nos aproximar dessa dimensão através dos conceitos dos algoritmos do ciberespaço, ou como comumente dizemos, a internet. A introdução desses algoritmos trazem menção aos conceitos de redes digitais que surgiram, então, como a infraestrutura de um novo espaço de comunicação, de sociabilidade, de organização e de transação, mas também novo

⁶¹ Gehlen (1980) define a técnica como “as capacidades e meios pelos quais o homem põe a Natureza ao seu serviço identificando as propriedades e leis naturais para explorá-las e controlar a sua interação” (CUPANI, 2011, p. 48).

mercado de informação e conhecimento (LÉVY, 1997, p. 32), que também tipificam esse espaço como um ambiente antropológico.

Essa noção de uma sociedade em rede (CASTELLS, 1999), caracterizada por uma maior integração social na relação entre algoritmos e ações humanas cria não apenas um novo espaço (virtual), mas a faz uma reorganização social da lógica de sociedade moderna. Por outro lado, essa rede pode ser posta na apresentação de Latour (2005) que conecta as inter-relações dos atores à rede (TAR). Desse modo, os actantes⁶² estabelecem uma relação ou similariedade, através de suas conexões, porque humanos e não humanos podem atuar sistemicamente. A partir disso, passaríamos a tratar os componentes algorítmicos em uma agenda igualitária. O que é técnico é também composto de um aspecto social, e o social, por sua vez, também de uma natureza técnica. Assim, com o tempo, é estabelecida uma relação de pertencimento, de aliança e unidade. O que tornaria os algoritmos uma parte da nossa natureza antropomórfica ou coluna dorsal de uma sociedade que se torna em vários graus, algorítmica.

Essa realidade de uma integração algorítmica é fortalecida por um paradoxo, o **(2) fetiche tecnológico**, que se caracteriza como reflexo de uma passividade enquanto somos parte do sistema algorítmico moderno. Para Bauman, o fetichismo está centralizado em “duas operações encobertas em lados opostos a dialética sujeito-objeto entranhada na condição existencial humana” (2008, p. 30). Uma e outra versão tropeçam e caem no mesmo obstáculo: a teimosia do sujeito humano, que corajosamente resiste às tentativas repetidas de objetivá-lo. É como se a essência do fetiche tecnológico estivesse exatamente nas ações que o homem materializa nos objetos, e nos conjuntos.

Na percepção do fetichista o que se mascara é seu caráter relacional, “justamente porque ela – a tecnologia – aparece como uma instância não social, de pura racionalidade técnica” (FEENBERG, 1999, p. 25). Dessa forma o fetichista vê seu objeto apenas como um instrumento, não dando atenção ao que não é específico da técnica, de modo que, a relação histórica, política ou social não ganha relevância. Assim, o objeto, como um artefato que não revela claramente suas dimensões, converte-se em representações da busca constante de bem-estar do homem (CUPANI, 2016, p. 56), ou, como mecanismo científico moderno, ele “põe a natureza como um complexo de forças passíveis de cálculo”, tornando o mundo um grande laboratório das condições a serem experimentadas⁶³ (CUPANI, 2016, p. 44, 45).

⁶² Para Latour actantes é a nomenclatura representada a noção de que nenhuma entidade, atores humanos e não humanos, tem maior importância sobre a outra.

⁶³ “O essencial do experimentalismo, argumenta Gehlen, é a substituição de axiomas ou de pontos de partida por outros novos, contraintuitivos, a fim de explorar as consequências dessa medida” (CUPANI, 2016, p. 54).

Essa experimentação, de nos objetificar nos artefatos, possui um diferencial, a motivação, no tocante, de satisfazer necessidades cuja flexibilidade mantém a ilusão de escolha e liberdade. Isso permite que o objeto cumpra seu valor primário e se limite a um utensílio que serve ao sujeito de maneira prática, mas, também, que exista uma relevância sentimental desse objeto descoberta em relação a um desejo por parte do sujeito. Nessa posição de abstração, o objeto adquire, segundo Baudrillard (1969), o valor de objeto da paixão, pois para o proprietário ele é responsável por gerar satisfação pessoal (ALGUEDA; GAETE, 2016)⁶⁴.

É, por exemplo, o caso de tecnologias algorítmicas abstraídas de funções básicas e que se expandem na tentativa de facilitar a vida dos seres humanos, tal como a infraestrutura do ciberespaço. Assim, os algoritmos de rede da internet – um dos principais algoritmos da contemporaneidade – podem ser vistos como parte dessas tecnologias, ou como a infraestrutura de comunicação que sustenta o ciberespaço, sobre as quais se montam diversos ambientes, como a web, as redes sociais, os buscadores de conteúdo, entre outros.

Dentro desse ciberespaço, dão-se as relações entre o concreto e o virtual, o real e o irreal, a ser considerado pelo Livro Verde da Sociedade da Informação como um território agregador de múltiplas identidades. Essas identidades, plurais, descrevem novas práticas como forma de gerar valores sociopolíticos, estéticos e éticos que tipificam esse espaço como um ambiente de cultura própria (TAKAHASHI, 2000).

Assim, naturalmente, esse espaço é suportado por processos cognitivos, sociais e afetivos os quais possibilitam um movimento de transmutação do espaço social, de apenas indivíduos a seres que (re)constroem as suas identidades e seus laços sociais. Esse deslocamento é realizado pelo processo de interação, que alimentam o sistema algorítmico e convertem os indivíduos em “não mais [como] consumidores ou usuários, nem mesmo [como] sujeitos que supostamente a ‘fabricam’, mas [como] peças componentes intrínsecas, ‘entradas’ e ‘saídas’” (TURKLE, 1998, p. 170).

Nessa constante utilização dos algoritmos, em especial o da internet, temos a formação do **(3) processo de identidade**, na qual a informação seria uma substância imaterial, porém comodamente compatível com a aparelhagem digital que hoje comanda o mundo, e que descaracterizaria a concepção do indivíduo que hoje conhecemos. É nesse contexto que alguns autores revelam o sujeito fluido e descartável — ou melhor, moldável, que pode ser esculpido pela a miríade de produtos e serviços de reformatação corporal oferecidos no mercado.

Nos processos de sistemas algorítmicos, a identidade está intimamente ligada à noção de persona, às identidades virtuais, pseudônimos ou avatares. Ou seja, aos perfis – personalidade – que são a representação do modelo de comportamento de uma pessoa ficcional ou semi-ficcional. Seus critérios podem ainda partirem de dados reais sobre comportamento e características demográficas, assim como uma criação de suas histórias pessoais, motivações, objetivos, desafios e preocupações (PINTO et al, 2018).

Essas personas algorítmicas referem-se ao processo de convergência, que é descrito por Jenkins (2009) como sendo resultado de três pilares: convergência digital, cultura participativa e inteligência coletiva, nas quais tais processos representam uma transformação dos movimentos de identificação do comportamento humano e da necessidades de informações e de comunicação. Todos esses pilares de convergência fortalecem a simbiose dos algoritmos ao indivíduo em um constante ciclo de retroalimentação, no qual nossas realidades de novas personas reescrevem e ressignificam as maneiras de viver, em conformidade com uma sociedade-cultura ciborguizada. Assim, o fortalecimento de uma constante interatividade passa a representar um complexo emaranhado de questões sociais, culturais, políticas e econômicas não livres de contradições e que nos consolidam na utilização de diversos mecanismos desse sistema (algorítmico).

Entretanto, uma das mais importantes contradições desse ambiente se dá em relação ao desrespeito pela aproximação dialética entre a indústria e a cultura⁶⁵, que está ligada à submissão identitária às marcas dos produtos da indústria cultural. Para Adorno e Horkheimer (1986), a identidade através do processo de interação era utilizada para mapear grupos específicos e estabelecer a relação entre grupos e produtos, como forma de atração ao potencial consumidor (ZUIN; ZUIN, 2018). Essa contradição ganha uma nova característica com os algoritmos, em especial na possibilidade de ter informações dos usuários através de micromomentos⁶⁶ ou pela onipresença de tecnologias de nanossensores praticamente invisíveis – dinâmica gerada pela internet das coisas⁶⁷, e que fazem com que exista um poder sociocultural através dos algoritmos que chamamos de **(4) governamentalidade algorítmica**.

Segundo Antoinette Rouvroy, a expressão *algorithmic governmentality* é

⁶⁵ Marca registrada de diversos pensadores da escola de Frankfurt.

⁶⁶ Minúsculos momentos de intenção de tomada de decisão e formação de preferências que ocorrem durante a jornada do consumidor.

⁶⁷ Conceito de objetos conectados à internet e entre si através da rede, munidos de sensores, circuitos eletrônicos e softwares capazes de coletar, processar e trocar dados.

descrita como aquela que não permite processos de subjetivação humana, pois, a governança algorítmica é sem sujeito: ela opera nos sistemas algorítmicos - com dados infra-individuais e padrões supra-individuais - sem, a qualquer momento, convocar o sujeito considerar-se a si próprio. (ROUVROY, 2014, p. 2).

Essa descrição se assemelha à leitura de Geertz sobre a relação entre a evolução cultural e a evolução biológica, princípios da cibernética que levam a um processo contínuo de retroalimentação e influências recíprocas e condicionadas em uma sociedade:

Submetendo-se ao governo de programas simbolicamente mediados para a produção de artefatos, organizando a vida social ou expressando emoções, o homem determinou, embora inconscientemente, os estágios culminantes do seu próprio desenvolvimento biológico. Literalmente, embora inadvertidamente, ele próprio se criou. (GEERTZ, 1989, p. 60).

Assim, em ambas as noções a relação de governamentalidade se exibe como sinônimo de uma relação de submissão que descreve a necessidade de enxergar não apenas a relação política (como vimos no tópico 2.5), mas de considerar o impacto e as consequências do código computacional enquanto cultura.

Por conseguinte, sob o olhar de Beer (2016) podemos considerar que os algoritmos são produzidos a partir de um contexto social, mas também são expressões, são vividos, como integrantes desse mundo social. Representam uma natureza recursiva, pois quanto mais esses algoritmos atuam de modo despercebido, mais eles passam a ser incorporados em nossas atitudes cotidianas. Isso porque, embora o sistema algorítmico, como uma tecnologia, não determine a sociedade (BOGOST, 2006), ele a condiciona profundamente num contexto de relações complexas, dinâmicas e ambivalentes (DEMO, 2002).

Assim, a governamentalidade algorítmica traz o reflexo de uma noção de governo da contemporaneidade, que, segundo Foucault, atua de modo cada vez mais profundo, mas ao mesmo tempo cada vez mais imperceptível. Isso porque a governamentalidade é atribuída a uma forma de poder ligada à conduta dos homens em aspectos sociais, políticos e econômicos.

Ao caminhar por esse campo, Foucault nos demonstra como esse governo se converte em dimensões e processos biológicos de tecnologias de poder centradas na vida (FOUCAULT, 1988). Assim, o corpo individual torna-se elemento regulamentador do que ele chama de biopolíticas⁶⁸. Atualmente, essas biopolíticas ganham forma nas incorporeidades que vimos na seção sobre corpo, *self* e ciborgues. Principalmente quando sistemas algorítmicos descrevem

⁶⁸ Ou bio-higienismo algorítmico, como descreve Sadin (2015).

os mecanismos de interação, como se atrelam as corporeidades físicas ou quando ganham características de acoplamento biológico.

Dessa forma, estamos diante de um poder que governa “não pelo direito, mas pela técnica, não pela lei, mas pela normatização, não pelo castigo, mas pelo controle, e que se exercem em níveis e formas que extravasam do Estado e de seus aparelhos” (FOUCAULT, 1988, p. 86).

Todavia, em quais tecnologias os algoritmos são como entidades poderosas que governam, julgam, regulam, classificam, influenciam ou disciplinam o mundo? Os significados da governamentalidade algorítmica representam um movimento sutil, mas muito produtivo: o sistema, através da tecnologia, algoritmos e de outros recursos, muitas vezes procura transformar valores não equitativos, mas desiguais. Vemos cenários a essa correspondência, na pontuação dos professores em escolas americanas, nos sistemas de licença a crédito, nas classificações de pessoas a posições de emprego (O’NEIL, 2018), ou seja, em situações diárias.

Para melhor exemplificar, Gillespie (2013) descreve alguns pontos de reflexão nos quais se encontram esses movimentos na constante utilização que fazemos dos algoritmos como um objeto social e cultural:

1. **Padrões de inclusão:** as escolhas por trás do que o torna um índice em primeiro lugar, o que é excluído e como os dados são preparados para o algoritmo.
2. **Ciclos de antecipação:** as implicações das tentativas dos provedores de algoritmos conhecer completamente e prever seus usuários, e como as conclusões que ele desenhar podem importar.
3. **A avaliação de relevância:** os critérios pelos quais os algoritmos determinam o que é relevante, como esses critérios são obscurecidos de nós e como eles promulgam escolhas políticas sobre conhecimento apropriado e legítimo.
4. **A promessa de objetividade algorítmica:** a maneira como o caráter técnico do algoritmo é posicionado como uma garantia de imparcialidade, e como essa reivindicação é mantida em face da controvérsia.
5. **Entrelaçamento com a prática:** como os usuários reformulam suas práticas para adequar-se aos algoritmos de que dependem, e como eles podem transformar algoritmos em terrenos para disputas políticas, às vezes até mesmo para interrogar a política do próprio algoritmo.

6. **A produção de públicos calculados:** como a apresentação algorítmica dos públicos, para eles mesmos, molda uma noção de si; quem é melhor posicionado para se beneficiar desse conhecimento.

Vemos assim que não só a prática, mas os discursos, através da utilização algorítmica, são tensionamentos que trazem de forma clara os conflitos que podem surgir a partir do desenho e das concepções dos algoritmos, além da forma de concretização dessas últimas agenciarem novos valores técnicos, políticos e culturais nas decisões da sociedade.

Antes de finalizar é importante descrevermos que do ponto de vista cultural, a mais grave consequência dessa personalização é sermos levados a uma espécie de determinismo informativo, indo frente à perspectiva de acesso a um repertório diversificado de artefatos culturais, científicos, informativos e democráticos (BEZERRA, 2017). Conseqüentemente, o contraponto dessa questão seria “uma inversão no rumo do progresso” que transformasse radicalmente a sociedade e a maneira como nos relacionamos com os produtos técnico-científicos (MARCUSE, 1978, p. 15).

2.7 Dimensão de racionalidade e inteligência

Descrever as relações de racionalidade e inteligência nos algoritmos é semelhante a caminhar em mundos sinuosos com marcas próprias ao longo do tempo. De modo que, essa singularidade nos coloca frente a um grande desafio: reobservar algumas discussões que sejam capazes de se aproximar da leitura atual do algoritmo. Assim, é importante antecipar que não pretendemos estender ainda mais as discussões que fortaleceram os movimentos históricos dessa abordagem. Por isso, construiremos essa dimensão olhando apenas para **(1) a dualidade cérebro-computador presente nas noções de computacionalismo, (2) a construção dos mecanismos de aprendizado e a (3) identificação de uma nova natureza cognição sobre-humana.**

O pensamento da **(1) dualidade cérebro-computador** sempre foi um ponto inquietante das discussões de sistemas inteligentes, essa abordagem está diretamente ligada à compreensão dos filósofos modernos, particularmente Descartes, que, segundo Damásio, erroneamente considerava a mente como uma máquina de raciocínio, de tal modo que, caminharam sob “a noção de que os sistemas cerebrais participam conjuntamente da emoção e da tomada de

decisões, estão generalizadamente, envolvidos na gestão da cognição e do comportamento social” (DAMÁSIO, 2016, p. 14).

O pensamento formado por Descartes abriu frente para outros diversos pensamentos, abrangendo a noção de “que os organismos naturais poderiam, de alguma forma, ser redutíveis a algoritmos⁶⁹”. Não obstante dentro de tais abordagens estão os estudos delimitados sob o pensamento do computacionalismo, que objetivaram desenvolver uma aproximação entre cérebros e computadores, defendendo as similaridades e correspondências entre a inteligência artificial e a natural (BUNGE, 2017, p. 230).

Assim, a corrida dos pensadores computacionalistas está em olhar a mente como um software, que manipula ideias claras e distintas – sendo esses os dados – através de regras racionais na representação de algoritmos. De modo que assim, seja representado o dualismo interacionista exercido entre a racionalidade e o cérebro, tal como acontece entre o software e o hardware (KINOUCI; ABIB, 2004).

Entretanto, para Bunge (2017) essa dualidade representa apenas uma metáfora, uma vez que os computadores são operações sobre símbolos, enquanto as operações mentais são processos de sistemas neurais, muito mais complexos, sendo constituídos de células vivas que se comunicam não por símbolos, mas por finais físicos e químicos⁷⁰. Assim, ao passo do algoritmo precisar lidar com a resolução de um problema, caso esse não possua uma resolução, programável, então os algoritmos inteligentes não seriam capazes de resolvê-lo.

De maneira semelhante, Knuth tenta traduzir as inquietações propostas por Bunge (1985) ao apresentar que os estudos da racionalidade e inteligência aplicados aos algoritmos “tem tido sucesso até agora em fazer essencialmente tudo o que requer ‘pensar’, mas tem falhado em fazer a maior parte daquilo que as pessoas e os animais fazer ‘sem pensar’ – isso de alguma forma é muito mais difícil”.

O que nos leva a entender que os algoritmos inteligentes demonstram uma simulação, de modo que representam e são motivadas por “nenhum estado interno dos algoritmos, mas pelos desígnios anteriormente programados e projetados. Assim, assemelham-se à emoção no

⁶⁹ Ele ainda provoca um outro pensamento, a possibilidade de que tenhamos remodelado algumas estruturas cerebrais à condição de pensar logicamente. Se por um lado alcançar habilidades humanas é entender as estruturas neurais que foram aperfeiçoadas na evolução. Por outro, precisamos repensar se não contribuimos com uma retroalimentação, de como nosso cérebro calcula ou raciocina de maneira lógica, tal como construímos o pensamento do computador (DAMÁSIO, 2012, p. 42).

⁷⁰ Para o autor ainda, outras capacidades que as máquinas não teriam é a autocrítica, distinção do essencial e secundário, capacidade de utilizar pistas ou tomar atalhos, criatividade, iniciativa (espontaneidade), senso comum, pensamento sistêmico (enquanto oposto do analítico e operacional), continuidade, infinidade real (além de símbolos), entre outros. (BUNGE, 2017).

sentido de programas de ação, entretanto, não são emoções motivadas” (DAMÁSIO, 2018, p. 238), nem motivações “constatemente ativas – mesmo na ausência de estimulação externa” (BUNGE, 2017).

A diferença entre como as iniciativas acontecem no contexto das máquinas como acontecem nos cérebros é recordada por Bunge, ao observar que a máquina pensada por Turing, como representação da inteligência maquina, não produz *outputs* a não ser que receba *inputs*. Assim, os algoritmos estariam reduzidos a certas leis ou normas técnicas, ainda que por vezes sejam considerados inteligentes, além de convenções menos atualizadas que necessitariam *upgrades* constantes, tal como as dependências de hardware (BUNGE, 2017).

Assim, se os cérebros não são algoritmos, podem ser consequências do emprego de algoritmos e apresentam propriedades que podem ou não ter sido especificadas nos algoritmos que criaram sua construção. Sendo necessário provocar a possibilidade de que tenhamos remodelado algumas estruturas cerebrais, como a condição de pensar logicamente.

Se por um lado, alcançar habilidades humanas é entender as estruturas neurais que foram aperfeiçoadas na evolução, por outro, precisamos repensar se não contribuímos com uma retroalimentação, de como nosso cérebro calcula ou raciocina de maneira lógica, tal como construímos o pensamento do computador. Pois, caso a inteligência humana seja capaz de ser reproduzida num programa de computador, não estaríamos avançando os algoritmos, mas comprimindo o homem a um objeto (DREYFUS, 1992)⁷¹.

Esses limites decorrentes do pensamento inteligente na máquina, são também considerados limites da **(2) construção de aprendizagem**. À vista disso, desde a década de 1950 o aprendizado de máquina surgiu como uma forma de reconhecimento de padrões visuais que foi então estendida à análise de dados visuais, capaz de aproximar o conceito de inteligência dos algoritmos.

Porquanto, o aprendizado de máquina surgiu como uma forma de reconhecimento de padrões visuais que foi então estendida à análise de dados visuais. No entanto, o que o aprendizado de máquina calcula não é um padrão exato, mas a distribuição estatística de um padrão. Ela cria assim um modelo – tal como vimos na dimensão política. Esse modelo é projetado como resultado de um instrumento de conhecimento ou ampliação lógica que percebe

⁷¹ Para Russell e Norvig a crítica de Dreyfus, portanto, não é “abordada contra computadores per se, mas contra uma maneira particular de programá-los” (RUSSEL; NORVIG, 1995, p. 827). Isso porque Dreyfus, resgata a ideia de que uma presunção está errada nos estudos dos sistemas inteligentes, sobre a competência de alcançar inteligência sem raciocínio explícito ou seguir regras. Com isso, fortalece-se a ideia de que os humanos às vezes não têm consciência de seus processos de raciocínio, nessas ocasiões, nenhum raciocínio está ocorrendo.

padrões⁷² que estão além do alcance da mente humana. Esses conceitos são demonstrados por Pasquinelli (2019) ao descrever que:

Em termos matemáticos, o aprendizado de máquina é usado para prever um valor de saída y , dado um valor de entrada x . Os algoritmos desenham uma função que se relaciona x a y aprendendo com dados passados nos quais x e y são conhecidos: $y = f(x)$. Construindo essa função, o algoritmo será capaz de prever y com base nas configurações futuras de x . Por exemplo, dadas imagens de animais (x), o algoritmo aprende sua associação com as categorias 'gato' ou 'cachorro' (y) e, em seguida, tenta classificar novas imagens de acordo. Nesse caso, o número de entrada x é uma imagem digital e o número de saída y é uma porcentagem relacionada a um rótulo semântico (97% 'gato', 3% 'cachorro'). (PASQUINELLI, 2019, p. 5)

Com isso a noção de aprendizado estaria ligada ao sistema através de alguns estágios: i) dados de treinamento, que são dados a serem analisados para extrair conhecimento e a chamada inteligência; ii) algoritmo de aprendizado, que é responsável por extrair padrões dos dados de treinamento lendo a associação entre a entrada x e a saída y e construindo uma descrição estatística dessa associação; iii) e aplicação de modelo, que é quando o modelo estatístico é considerado suficientemente treinado e se ajusta bem aos dados de treinamento, podendo ser aplicado a diferentes tarefas, como classificação e previsão (PASQUINELLI, 2019).

Entretanto, quando os algoritmos inteligentes, em seu aprendizado, mapeiam e percebem padrões complexos por vastos espaços de dados, eles precisam lidar com o grau pelo qual os fluxos de informação são difratados, ou seja, distorcidos em sua aprendizagem. Isso deve acontecer, mormente, porque o grau de compressão de informações pelos modelos estatísticos usados no aprendizado de máquina causa perda de informações também no que diz respeito à granularidade de categorias e taxonomias, resultando em perda de diversidade social e cultural. Assim, os algoritmos inteligentes passariam a contribuir na amplificação adicional do viés mundial (desigualdades já inerentes na sociedade) e do viés de dados (introduzidos na captura e rotulagem dos dados) causado por erros computacionais, compressão de informações e técnicas de aproximação de algoritmos de aprendizado de máquina (PASQUINELLI, 2019).

Como resultado, os algoritmos precisam se aproximar de uma noção de causa e efeito. E para que seus modelos criem essa noção é preciso de milhões e milhões de dados (O'NEIL, 2018). Logo, se há granularidade das informações ou taxonomias, os algoritmos estão condicionados a fortalecer os padrões dos modelos sociais e culturais existentes. É como se padronizasse e encontrasse nesses padrões o reforço para identificação e criação de seu modelo.

⁷² Mais especificamente, esse processo é realizado por treinamento, classificação e previsão. “Em termos mais intuitivos, eles podem ser definidos como: abstração de padrões, reconhecimento de padrões e geração de padrões” (PASQUINELLI, 2019, p. 8).

Com base nisso, quando olhamos para as desigualdades sociais e culturais que os algoritmos de aprendizado estariam condicionados a repetir, temos o mesmo processo. As desigualdades são construídas por um modelo de padrões, que por vezes se desenvolve de uma crença, com isso, para que a crença exista precisamos de dados encontrados nos modelos para reforçar nossos padrões e assim, fortalecemos uma desigualdade.

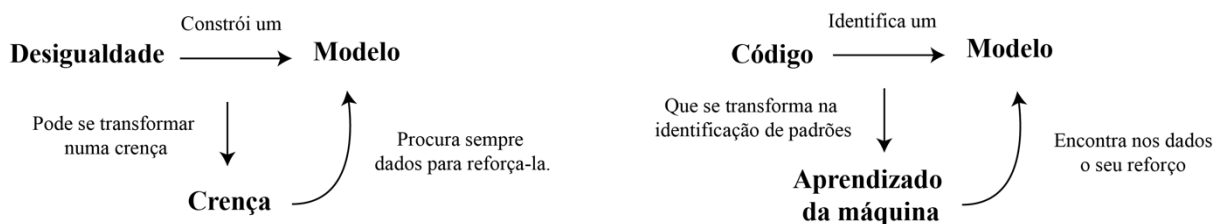


Figura 19: Representação do modelo

Fonte: Desenvolvido pela autora

Semelhantemente, se usamos esses modelos para referenciar ou alcançar algum objetivo temos que ter em mente que a validação é construída sem nossa interferência direta, tendo em vista que muitas vezes não temos os dados necessários para intervir antes da operação estar completa). Fazendo com que os modelos sejam passíveis de uma reprodução de modelos pré-existentes. Por isso, tal como descreve Winner (1960), teremos que garantir que o propósito inserido uma vez no *input* da máquina seja o propósito que nós realmente desejamos que seja reforçado. Ou seja, perguntarmo-nos: qual a representação alvo para esse processo de aprendizado?

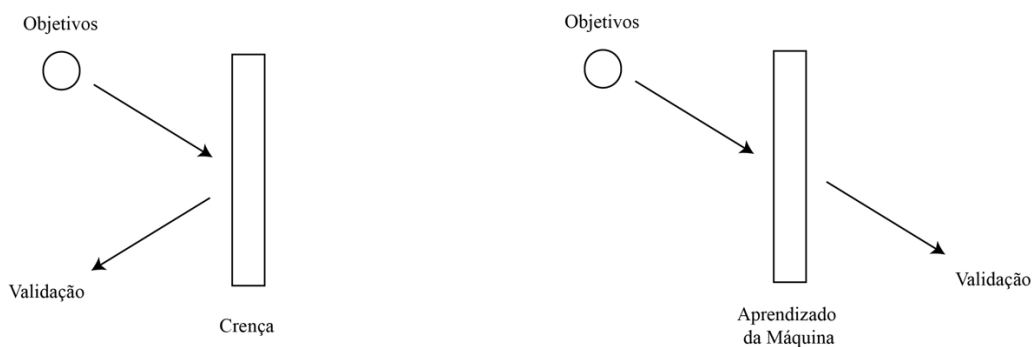


Figura 20: Espelho da validação do modelo

Fonte: Desenvolvido pela autora

Em suma, quando o ciclo de *feedback* ocorre entre informações dos algoritmos inteligentes e a sociedade, que é entre o aprendizado de máquina e seus dados de treinamento, podemos ter o condicionamento de técnica. Isso porque imputamos e fornecemos os caminhos para que as nuances de causa e efeito sejam descobertas. Além disso, o grau de compressão de informações dos algoritmos de aprendizado de máquina afeta as proporções originais dos dados de treinamento, que por sua vez amplificam a possibilidade desse enviesamento (PASQUINELLI, 2019).

Além da preocupação com as noções de aprendizado, o processo de racionalidade e inteligência também esteve ligado às multidisciplinariedades de desenvolvimento e olhares de diversos campos. Na contemporaneidade, esses esforços apontam para a **(3) identificação de novas naturezas de cognição sobre-humanas** que poderiam descrever a tentativa de desenvolver “qualquer intelecto que exceda em muito o desempenho cognitivo dos seres humanos em, virtualmente, todos os domínios de interesse” (BOSTROM, 2018, p. 55). Esses domínios poderia ser marcados pela inteligência artificial, aqui mais diretamente ligados aos: algoritmos inteligentes; a emulação completa do cérebro, que é a inteligência de máquina criada através da cópia da estrutura computacional do cérebro humano; a cognição biológica, reprodução seletiva⁷³ como forma de aprimoramento da performance de cérebro biológicos; às interfaces cérebro-computador, ou seja, interfaceamento direto, tal como uso de implantes, para desenvolver maior capacidade biológica e cerebral; redes e organizações, que se trata da ideia coletiva de ligação das redes que unem as mentes humanas individuais umas às outras e a diversos artefatos e softwares (BOSTROM, 2018).

Nesse sentido, Bostrom explica que o cenário da busca de uma superinteligência pode ser concretizado quando unificado a outras inteligências, quase que como a construção de uma inteligência múltipla e integrada. Assim, podemos dizer que fatores combinados têm maior potencial para gerar uma inteligência superior. Em sua visão:

Diferentes pessoas trabalhando no desenvolvimento da inteligência de máquina possuem diferentes visões a respeito do quão promissoras as abordagens neuromórficas se mostram quando comparadas as abordagens totalmente sintéticas. A existência de pássaros demonstrou que o voo mais pesado do que o ar era fisicamente possível. Entretanto, o primeiro avião funcional não batia asas. Só o tempo dirá se a inteligência de máquina será como o avião, que foi desenvolvido

⁷³ Uma aproximação da ideia de super-humanos criados através do processo de seleção evolutiva.

através de mecanismos artificiais, ou como a combustão, técnica que dominamos com a cópia da ocorrência natural do fogo. (BOSTROM, 2018, p. 65)

Entretanto, apesar de propor uma alternativa à caminhada da superinteligência o autor nos adverte que diante da possibilidade de uma explosão de inteligência

nós, humanos, somos como crianças pequenas brincando com uma bomba. Tamanho o descompasso entre o poder do nosso brinquedo e a imaturidade da nossa conduta. A superinteligência é um desafio a qual não estamos preparados - em especial por requerer de nós uma análise estratégica e uma visão de capacidades – e assim continuaremos por um longo tempo [...] Além disso, em certa medida, nosso desafio será nos agarrar à nossa humanidade: manter nossos fundamentos, nosso bom senso e uma decência bem humorada, mesmo diante do enfrentamento desse problema que é o mais desumano e artificial. (BOSTROM, 2018, p. 468, 469)

Com isso, levantamos um olhar questionador ao fato de que muitas vezes estamos tão preocupados com a ideia de uma reprodução de inteligência nos parâmetros humanos, que nos esquecemos de que possivelmente estamos diante de uma nova concepção de inteligência. Que ao ser diferente da humana, concebe novas possibilidades, por vezes distintas e passíveis de utilização humana. Ou seja, talvez, ao mudarmos a óptica de como encaramos os algoritmos inteligentes, poderíamos promover não uma relação distante da distopia, nem tão afetiva da utopia, mas uma relação de utilidade, incentivando o diferencial, como a capacidade analítica ou a velocidade das interações. Assim, em vez de tentar transformá-los em humanos, apenas estaríamos os reforçando como máquinas e artefatos que possuem sua própria natureza e inteligência.

De maneira análoga, bem como provoca Bunge (2017), precisamos olhar os algoritmos inteligentes como auxiliares e não como substitutos do cérebro. E, de acordo com Damásio (2018), ao dizer que diversas iniciativas atuais, que descrevem a expansão das noções de racionalidade e inteligência, por exemplo, a IA ou a robótica, não intenciam criar robôs ou algoritmos parecidos com humanos, e sim dispositivos que façam corretamente coisas que “nós precisamos que sejam feitas de modo mais competente, econômico e rápido possível” (BUNGE, 2017, p. 236). O que cabe, então, é a preocupação não da inteligência em si, mas, de que forma, ou por quais mecanismos, ela é aplicada à governança da sociedade e à sociedade (O’NEIL, 2018).

3 LEITURA DO MAPA

3.1 Abordagem sistêmica da metodologia

Como vimos ao longo do capítulo 2, são diversas as dimensões e componentes que descrevem a conceitualização do algoritmo computacional na contemporaneidade, e que nos levam a necessidade de compreender esse artefato de forma mais ampla e complexa, portanto **sistêmica**⁷⁴. Assim, definimos o algoritmo computacional como um sistema complexo⁷⁵, devido a suas propriedades não serem uma consequência natural de seus elementos constituintes vistos isoladamente.

Nesse ponto, acreditamos que a CTS se coloca em oposição a visões reducionistas e fomenta o processo de reflexão que nos leva a repensar as visões predominantes de ciência e de tecnologia no desenvolvimento dos algoritmos. Para isso, construímos nesse capítulo uma representação, mas também uma crítica ao modelo linear de desenvolvimento e análise que limita as supostas relações de causalidade entre as relações que constituem o objeto.

A partir disso, e como forma de contribuir para o campo da CTS, apresentaremos um modelo que configura os fluxos e contrafluxos, considerando as relações entre estruturas e comportamentos das dimensões estudadas. Para tanto, submeteremos a compreensão algorítmica a uma dentre as diversas teorias⁷⁶ que abordam a visão sistêmica e trabalham com sistemas através de um domínio interdisciplinar, ao extrair contribuições de muitos campos diferentes. Além disso, a abordagem de sistemas é valiosa, pois a consideração das categorias de análise de sistemas está subjacente à **solução lógica e sequencial geral dos problemas de controle** e tomada de decisão - tal como vimos por Kowalski (1979), como a composição de um algoritmo⁷⁷. A partir disso, escolheu-se a linha da teoria da dinâmica de sistemas.

⁷⁴ Morin (1977) destaca que em todos os horizontes físicos, biológicos e antropos-sociológicos, impõe-se o fenômeno sistema.

⁷⁵ O termo sistemas complexos geralmente se refere ao estudo de sistemas complexos, que é uma abordagem da ciência que investiga como os relacionamentos entre as partes de um sistema dão origem a seus comportamentos coletivos e como o sistema interage e forma relacionamentos com seu ambiente. Um sistema pode ser complexo quando há muita interação entre suas partes. Isso torna difícil prever como o impacto em uma parte do sistema afetará o restante. Observe que os sistemas pode ser complexo mesmo se houver apenas algumas variáveis: é o nível de interação entre variáveis, em vez do número de variáveis, o que torna um sistema complexo.

⁷⁶ Embora, a complexidade e os sistemas complexos serem estudados há anos, o estudo científico moderno de sistemas complexos é relativamente novo em comparação com campos científicos estabelecidos, como física e química. Além disso, a história do estudo científico desses sistemas segue várias tendências de pesquisa diferentes, na qual podemos visualizar em consulta: http://www.art-sciencefactory.com/complexity-map_feb09.html

⁷⁷ É como se escolhessemos a concepção algorítmica, para analisar a própria gênese e construção do algoritmo computacional.

A dinâmica de sistemas se concentra na modelagem de sistemas por computador, sendo, uma metodologia para a construção de modelos formais de sistemas. Ela tem como origem um ramo da Matemática criado por Isaac Newton e atualizado por Poincaré em 1880. A aplicação dos pressupostos da Teoria dos Sistemas Dinâmicos engloba a Matemática, a Biologia, a Medicina e as Ciências Sociais. Desde o surgimento dos computadores analógico e digital, no século XX, sua aplicação se expandiu e ganhou importância (RAMAGE; SHIPP, 2009). Essa difusão deve-se, principalmente, aos trabalhos de Jay Forrester⁷⁸, seguido da continuidade e estudos de seus alunos, Donella Meadows e Peter Senge.

A abordagem metodológica da dinâmica de sistemas⁷⁹ é qualitativa e considerada uma abordagem de pesquisa operacional soft⁸⁰, que ajuda indivíduos e grupos a explicitarem seus modelos mentais e a pensarem sobre as consequências das suas crenças e preferências à respeito do sistema a ser modelado (PIDD,1998).

Nesse contexto, para Meadows (2008), um sistema compreende um conjunto interconectado de elementos – os substantivos em um sistema, pessoas, lugares, coisas - que é coerentemente organizado - são relacionamentos que conectam os elementos - de uma maneira que alcança algo (uma função ou finalidade) – objetivo declarado ou não. A modelagem de um sistema também deve conter a representação dos elementos⁸¹. Isso faz com que o modelo seja uma descrição simplificada de um sistema usado para simulação ou análise, referindo-se a uma abstração (ou uma construção ou representação humana) (BEN-ELI, 2020, p 27).

Ademais, é importante entender que os modelos são construídos **para representar a realidade e não são a própria realidade**. Eles são construídos para representarem uma simplificação, o que nos leva ao ponto de que nenhum modelo é uma representação perfeita de uma realidade ou a descrição todas as relações de causa e efeito em um sistema. Além disso, os modelos, também são o produto de um observador com entendimentos subjetivos do mundo (BEN-ELI, 2020).

⁷⁸ Forrester visualizava os sistemas de controle de feedback como fundamentais para toda a vida e esforços humanos, desde a evolução biológica até o lançamento de um satélite espacial (FORRESTER, 1973). Sob essa perspectiva, via sistemas sociais e econômicos como sistemas não-lineares, que poderiam ser simulados para auxiliar na formulação de políticas e na tomada de decisões nas organizações.

⁷⁹ Atualmente, a dinâmica de sistemas, sob diferentes enfoques, vem sendo aplicada a uma grande variedade de sistemas com sucesso, em análises sociais, econômicas, em Física, Química, Biologia, Ecologia, entre outros.

⁸⁰ Abordagem metodológica que não apenas define soluções para problemas, mas propõe uma reflexão sobre a realidade percebida.

⁸¹ Os sistemas complexos são formados por partes em conexão com o todo. Da interação entre as partes e o todo, emergem comportamentos imprevisíveis, fato que impossibilita uma parte representar o todo. Assim, a modelagem também busca representar uma parte do todo.

Entretanto os modelos possuem o objetivo de nos ajudar a melhorar a entender a realidade, facilitando a comunicação das relações ou análise das interconexões. Ainda, oferece a possibilidade de com dados reais, receberem simulações ou validações com a realidade. Assim, Pidd (2001) “acredita que o processo de construção de modelos ajuda as pessoas a entender melhor suas posições e pontos de vista, promovendo a aprendizagem em grupo. A simulação do comportamento desse modelo não deve ser vista como uma ferramenta prognóstica precisa para o futuro, mas como uma maneira de testar a compreensão da realidade de uma pessoa ou grupo, formalizar modelos mentais e apresentá-los para discussão, descrevendo como todos percebem a maneira como agem.

3.2 Modelagem na dinâmica de sistemas

Os modelos da dinâmica de sistema, segundo Sterman (2000, 2002, 2018) utilizam a modelagem e uma diagramação específica conhecida como **estoques e fluxos** (representados por quadrados e linhas, respectivamente). Nela os estoques representam a base de qualquer sistema. Os estoques são os elementos do sistema que você pode ver, sentir, contar ou medir a qualquer momento. Podem conter unidades físicas, como “pessoas” ou não físicas, como “conhecimento”.

Para Amaral (2012), estoques são unidades que se acumula ao longo do tempo. Os estoques podem ser de bens tangíveis (materiais, por exemplo), ou bens intangíveis (informações, por exemplo). Já os fluxos representam o material ou informação que entra ou sai de um estoque por um período de tempo. Uma unidade que causa variação no estoque, a causar aumento ou diminuição. Representam as interconexões, os relacionamentos que caracterizam a conexão entre os estoques.

Para isso, a melhor maneira de distinguir estoques de fluxos é fazer um exercício mental de congelar o tempo. Num determinado período, todos os fluxos ficam zerados e os estoques apresentam valores. No mais, também são utilizados na modelagem elementos como os processos, atores, clusters, *delays* e conversores, descritos a seguir:

- **Processos** (representado como controlador de fluxo): ações executadas sob os fluxos entre os estoques capazes de transformar as unidades materiais ou informações que percorrem nessa interconexão.
- **Atores**: agentes responsáveis pela execução dos processos.

- **Clusters:** componentes ligados que trabalham em conjunto, de modo que, em muitos aspectos, podem ser considerados como um único sistema, ou um subsistema.
- **Atrasos/Delays:** representam as delongas, demoras, ou afrouxamentos, existentes no sistema. Isso ocorre devido a alguma diferença de tempo nos fluxos ou processos do Sistema. Assim, quando uma ação é realizada, seus efeitos podem não ser imediatos e pode haver ainda um atraso na percepção desses efeitos. “Delays fazem parte do nosso dia adia. Leva tempo para medir e relatar alguma coisa. Também leva tempo para tomar decisões e para as decisões afetarem o estado do sistema” (CORBET, 2003, p. 14).
- **Conversores:** são variáveis auxiliares de fluxo. Apresentam as taxas que modificam e emprestam valores para os fluxos e são representados por meio de círculos

Também existem na representação nuvens no início e final de cada fluxo e representam as fontes e o destino final quando estão fora dos limites do sistema em análise e que não estão sendo consideradas.

3.3 Modelo do sistema algoritmo como código computacional

A construção da modelagem teve como base o levantamento das informações históricas do algoritmo, suas reformulações e mudanças ao longo do tempo em relação a conceito, utilização e significado (capítulo 1). Bem como a análise hipotético-dedutiva dos fatores de maiores relevâncias na emergência algorítmica na relação computacional (capítulo 2).

Assim, como forma de explicar a relação entre a escolha dos componentes do modelo e a base de informação dos capítulos anteriores, apresenta-se os quadros a seguir que demonstram os pontos de representação da modelagem nas unidades de estoque e processos:

Unidade: Estoques

Componente da modelagem	Vínculo com as discussões.	Variáveis (para estoques)
-------------------------	----------------------------	---------------------------

Resolução de problemas e Tomada de decisões	Tópico 1.3 – Para que serve um algoritmo?	Problema; Modelo de Negócio.
Lógica	Tópico 2.1 – Lógica e Controle	Lógica Matemática; Filosofia da Lógica
Parâmetros	Tópico 2.1 – Lógica e Controle	Lógica da Programação
Código computacional	Tópico 2.1 – Lógica e Controle > Item 1.1 Representação Algorítmica	Linguagem Homem-Máquina; Códigos;
Hardware	Tópico 2.1 – Lógica e Controle > Item 3 Sistemas de Controle	Estrutura Física; Componentes eletrônicos.
Software	Tópico 2.1 – Lógica e Controle > Item 3 Sistemas de Controle	Conjunto de componentes lógicos
Dispositivos	Tópico 2.1 – Lógica e Controle > Item 3 Sistemas de Controle	Aparelho ou mecanismo; Instrumentos tecnológicos
Corpo, Self e Ciborgues	Tópico 2.3 – Corpo, Self e Ciborgues Tópico 2.6 – Antropologia, Cultura e identidade > Item (3) Identidade social.	Usuários; Agentes.
Dados	Tópico 2.4 – Lógica de Acumulação e Economia > Item (1) Relação dos dados e a informação	Unidade de Informação; Informações de Entrada.
Inteligência	Tópico 2.7 – Racionalidade e Inteligência.	Códigos computacionais de Inteligência Artificial.
Acumulação dos dados	Tópico 2.4 – Lógica de Acumulação e Economia	Grandes conjuntos de dados
Experiência	Tópico 2 – Algoritmos como um objeto sociotécnico > Item (3) Teoria Crítica da Tecnologia Tópico 3.5 – Política e vieses > Item (3) uma retroalimentação e a ramificação política	Recorrência do uso.

Conhecimento Empírico	Tópico 2 – Algoritmos como um objeto sociotécnico > Item (3) Teoria Crítica da Tecnologia Tópico 2.5 – Política e vieses > Item (3) uma retroalimentação e a ramificação política	Aprendizado adquirido com uso; Conhecimentos comuns.
Efeitos Colaterais	Tópico 2.1 – Algoritmos como um objeto sociotécnico > Item (3) Teoria Crítica da Tecnologia Tópico 2.5 – Política e vieses > Item (3) uma retroalimentação e a ramificação política	Alteração do comportamento do usuário; Alteração do uso.
Contributos Públicos	Tópico 2 – Algoritmos como um objeto sociotécnico > Item (3) Teoria Crítica da Tecnologia Tópico 2.5 – Política e vieses > Item (3) uma retroalimentação e a ramificação política	Protestos, Boicotes, alteração do uso.
Inputs Econômicos e Sociais	Tópico 2 – Algoritmos como um objeto sociotécnico	Demandas (Mercado, Consumidor e Sociedade);

Quadro 1: Relações entre componentes da modelagem e discussões teóricas - Unidade Estoque

Fonte: Desenvolvido pela autora.

Unidade: Processos

Componente da modelagem	Vínculo com as discussões.	Atores (para processos)
Escolha de Requisitos	Tópico 2.1 – Lógica e Controle	Analistas de Negócios.
Tradução de Primeiro Nível	Tópico 2.1 – Lógica e Controle	Arquitetos e Engenheiros de Software
Tradução de Segundo Nível	Tópico 2.1 – Lógica e Controle	Desenvolvedores

Desenvolvimento	Tópico 2.1 – Lógica e Controle	Equipe de Desenvolvimento Tecnológico
Infraestrutura	Tópico 2.1 – Lógica e Controle > Item (3) Sistemas de Controle	Equipe de Desenvolvimento Tecnológico
Usabilidade e Utilidade	Tópico 2.2 – Automação, Trabalho e Alienação Moral > Item (1) o processo de objetificação do trabalho. Tópico 2.6 – Antropologia, Cultura e Identidade > Item (2) fetiche tecnológico	Usuários
Seleção e Agrupamento	Tópico 2.4 – Lógica de Acumulação e Economia > Item (1) Relação dos dados e a informação	Algoritmos de autorreprodução; Analistas de Dados
Autorreprodução	Tópico 2.2 – Automação, Trabalho e Alienação Moral.	Algoritmos de autorreprodução.
Processamento de Extração	Tópico 2.4 – Lógica de Acumulação > Item (2) Economia dos dados	Algoritmos de autorreprodução; cientistas de Dados
Processamento de Entrada de informações	Tópico 2.1 – Lógica e Controle	Algoritmos de autorreprodução; Usuários
Economia dos Dados e Vigilância	Tópico 2.4 – Lógica de Acumulação e Economia > Item (2) Economia dos dados e (4) Capitalismo de Vigilância	Empresas legais e ilegais.
Interação	Tópico 2.3 – Corpo, Self e Ciborgues > Item (1) a interação do corpo: Ciborguização	Usuários
Interação Contínua	Tópico 2.3 – Corpo, Self e Ciborgues > Item (2) Objetos resultantes à utilizada e incorporação das máquinas	Usuários
Mediação Técnica	Tópico 2.1 – Algoritmos como um objeto sociotécnico > Item (3) Teoria Crítica da Tecnologia	Usuários Experientes

Detecção e/ou Comunicação Social	Tópico 2.5 – Política e vieses > Item (3) uma retroalimentação e a ramificação política	Usuários; Mídias tradicionais e Alternativas; Sociedade Civil.
Protestos, Boicotes e Preferências	Tópico 2.5 – Política e vieses > Item (3) uma retroalimentação e a ramificação política	Usuários; Sociedade Civil; Movimentos Sociais; Coletivos;
Definições e/ou correções	Tópico 2.1 – Lógica e Controle	Empresas e Sociedade Civil.
Racionalidade Instrumental	Tópico 2.1 – Lógica e Controle	Cientistas da Computação; Academia.
Ciência	Tópico 2.1 - Lógica e Controle > Item (1) A ciência dos algoritmos	Teorias; Metodologias; Cálculos.

Quadro 2: Relações entre componentes da modelagem e discussões teóricas - Unidade Processos

Fonte: Desenvolvido pela autora

Desse modo, o processo de modelagem resultou em dois modelos do sistema do algoritmo como código computacional.

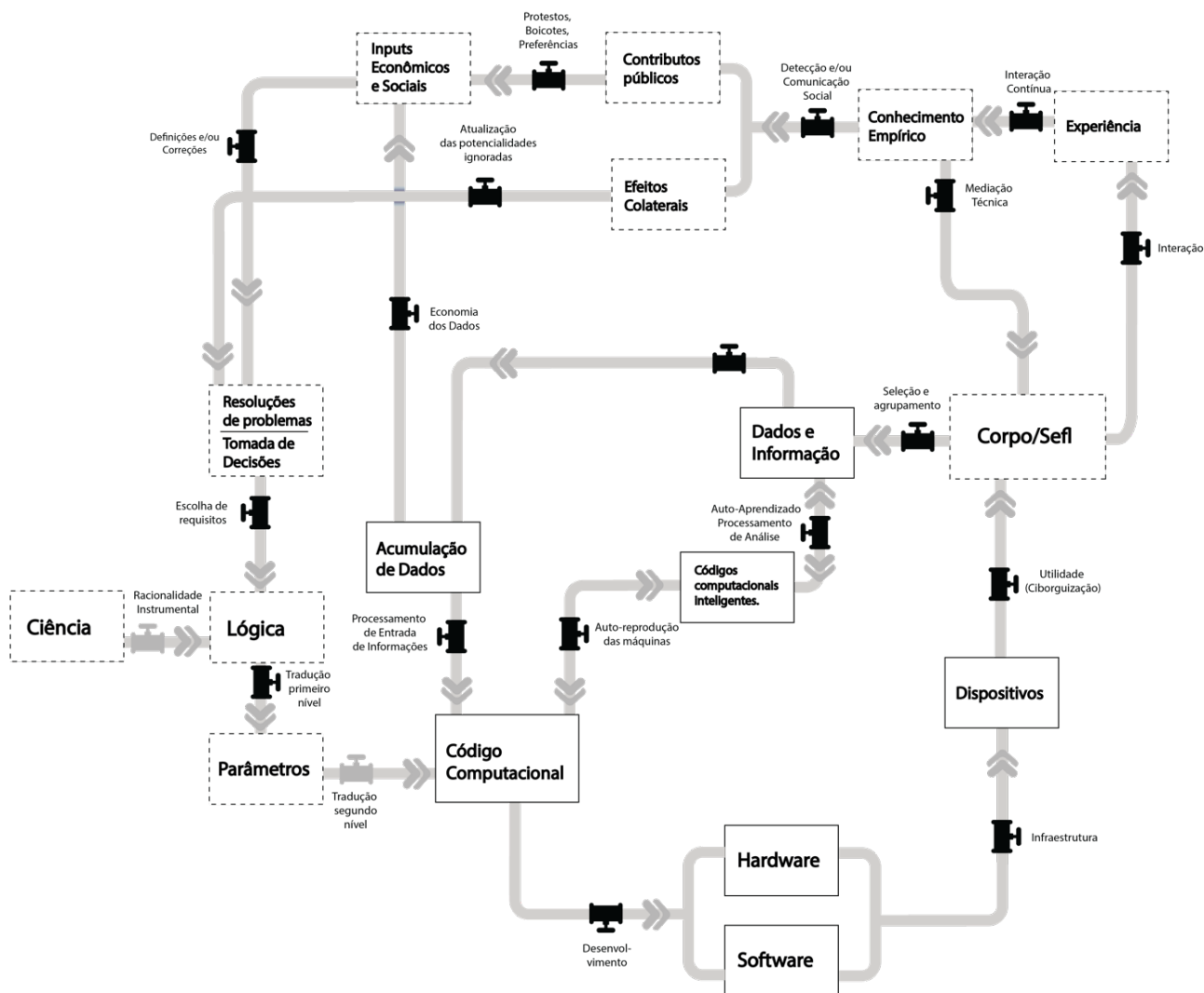


Figura 21: Pré-Visualização da complexidade algorítmica

Fonte: Desenvolvido pela autora

O pré-mapa é constituído de 2 clusters, um principal (cujas bordas estão em linhas completas) que representa a visão do código computacional atrelado a máquina e um subsistema (na qual as bordas estão tracejadas) que se aproximam das interações homem-máquina aos processos que circundam a relação do código computacional em sociedade. É importante descrever que não se isolam os clusters como modo de dizer que suas ações acontecem apenas de maneira limitada aos estoques e fluxos escolhidos, sabemos que suas interferências percorrem a todo sistema. Apenas por necessidade de representação, entenderemos que suas principais funções são priorizadas nos estoques e fluxos marcados.

Pela leitura temos que o estoque resoluções de problemas e tomadas de decisões é o primeiro momento do processo da construção do conceito de algoritmo, pois ele contém

exatamente as necessidades ou objetivo pelo qual um algoritmo será construído. Sua unidade transforma-se em unidade de estoque de lógica quando atores responsáveis pelo estoque anterior escolhe os requisitos, que representam as condições ou exigências do comportamento esperado do algoritmo. E o estoque da ciência dos algoritmos, que através do processo de racionalidade instrumental alimenta as unidades do estoque de lógica.

Na sequência, as unidades então que formam o estoque de Lógica, podem, pelos atores, serem transformadas pelo processo de tradução de primeiro nível em unidades de parâmetros. Nesse caso, uma construção lógica passa a ter sua unidade transformada em um valor reduzindo sua complexidade a uma unidade calculável.

Mas, é no processo de tradução de segundo nível, que as unidades de parâmetros são convertidas em linguagem de máquina, assim legíveis pelos sistemas computacionais.

Partindo do código computacional tem-se o processo de desenvolvimento base para a construção de unidades de hardware e software, formando assim dois estoques importantes dentro do conceito de computação, e também do campo que descrevemos ao longo do trabalho como cibernética.

Os estoques de Hardware e Software, complementam-se e trocam fluxos de informações, essa simbiose não necessariamente é representada por valores iguais, ou seja, podemos ter unidades diferentes de software para unidades diferentes de hardware. Mas quando suas unidades se complementam através do processo de infraestrutura, e vão dar origem ao que conhecemos como estoque de dispositivos.

Esses dispositivos podem ser caracterizados pela concepção de instrumentos, equipamentos ou aparelhos detentores das unidades anteriores. Através do processo de Usabilidade ou utilidade as unidades dos dispositivos são transformadas em unidades integradas ao conceito de corpo, representando a unidades de ciborguização. Esse estoque é formado pela quantidade de utilização ou de aderência as necessidades do corpo e self.

As unidades do estoque de Corpo/Self geram unidades de dados, através do processo que chamamos de divisão e seleção dos dados. Esse processo é responsável pela categorização e subagrupamento de dados a outros dados, ou ao início de uma nova categoria.

Assim, o estoque de dado pode ser alimentado e alimentar o estoque de inteligência. Isso acontece porque o processo de auto-aprendizado e processamento de análise utiliza-se das unidades de dados, para criar as unidades de inteligência.

Essa última também se liga ao código computacional pela ramificação de suas unidades através do processo de auto reprodução. A auto reprodução é responsável pelas transformações que efetuam medições e correções nos códigos computacionais sem interferência humana. Esse

fluxo pode ser lido em dois sentidos, e dão ao fluxo a representação dos códigos computacionais inteligentes. Sendo então finalizado pelo processo de extração dos dados, que geram as unidades de acumulação dos dados, também conhecidas como Big Data.

Todos esses estoques e processos anteriormente mencionados são usualmente conhecidas pelos processos de desenvolvimentos tecnológicos ou das etapas de construção da ciência/engenharia da computação.

Já os próximos elementos, que dão continuidade a compreensão sistêmica, por vezes estão subentendidos e são subjetivados da concepção sistêmica dos processos de desenvolvimento do código computacional. Esses elementos no mapa trazem a possibilidade de representar o sistema de modo mais democrático. Entendendo por democracia, “o oposto a tendência tecnocrática⁸² das sociedades modernas” (FEENBERG, 2015a, p8.), ou cibernéticas.

Desse modo a “realidade, a ideologia e os valores penetram nas disciplinas técnicas e nos seus projetos” (FEENBERG, 2015a, p9), são representados dentro de um sistema como rompimento a neutralidade.

Assim, os estoques em cores pretas representam unidades de disciplinas técnicas ou projetos que definem com maior facilidade as concepções de valores, ideologias, e vieses que vão trazer incidências nos processos de lógica e controle dentro do sistema algorítmico, ou do código computacional.

Em continuidade a descrição do mapa, as unidades de corpo/self podem formar unidades de experiência através dos inúmeros processos de interação que podem ser realizados. As experiências, então, podem gerar unidades de conhecimento empírico, baseado no contato direto com o ambiente técnico por meio do processo de interação contínua.

As unidades de conhecimento empírico, podem ainda se converterem em novas unidades de ciborguização através do processo de mediações técnicas. Assim, o conhecimento empírico também pode ter suas unidades bifurcadas à estoques de contributos públicos ou efeitos colaterais a partir do processo de detecção ou comunicação.

⁸² A ideia de tecnocracia tem origem em Saint-Simon, nos princípios do século XIX, mas só se tornou influente depois da segunda guerra mundial. Acreditou-se então, de maneira generalizada, que o governo dos especialistas substituiria a política, nas sociedades avançadas. Os aspirantes a tecnocratas assumiram, implausivelmente, que tudo o que se discute na esfera pública é, em última análise, uma questão técnica. Assumiram também que se podem resolver todos os problemas técnicos através de uma racionalidade instrumental, neutra e independente dos contextos. Era verdadeiramente o fim da ideologia, a redução dos valores a factos (FEENBERG, 2005^a, p.8).

Os contributos públicos são unidades de valor que podem transformar as unidades de inputs econômicos ou sociais, por vezes também de mercado. Essa transformação acontece quando suas unidades passam pelo processo de protestos, boicotes e preferências.

Já as unidades de inputs econômicos e sociais, podem ter suas unidades transformadas por dois processos, áreas de atuação e definições e/ou correções. Enquanto isso, os efeitos colaterais, transformam as unidades do estoque de resoluções de problemas e da tomada de decisão pelos processos das potencialidades ignoradas.

A partir dessa primeira visualização podemos provocar um segundo olhar capaz de tencionar e apresentar algumas relações que demonstram as variáveis que influenciam as unidades dos estoques e fluxos. Propomos nessa segunda representação a causalidade complementar aos caminhos das dimensões do algoritmo como movimentos que podem ser reforçar ou enfraquecer as unidades que compõe todo sistema. Com isso, tanto as variáveis, quanto os estoques e fluxos passam a representar sistemicamente as relações e as dimensões que consideramos presentes no olhar da ciência, tecnologia e sociedade diante do algoritmo computacional.

É importante lembrar que essa visão não se limita, mas busca representar visualmente todo arcabouço estudado até aqui. Representando, visualmente as interações dos assuntos, tal como corresponde a realidade dos algoritmos na contemporaneidade, de maneira não linear, dinâmica, complexa.

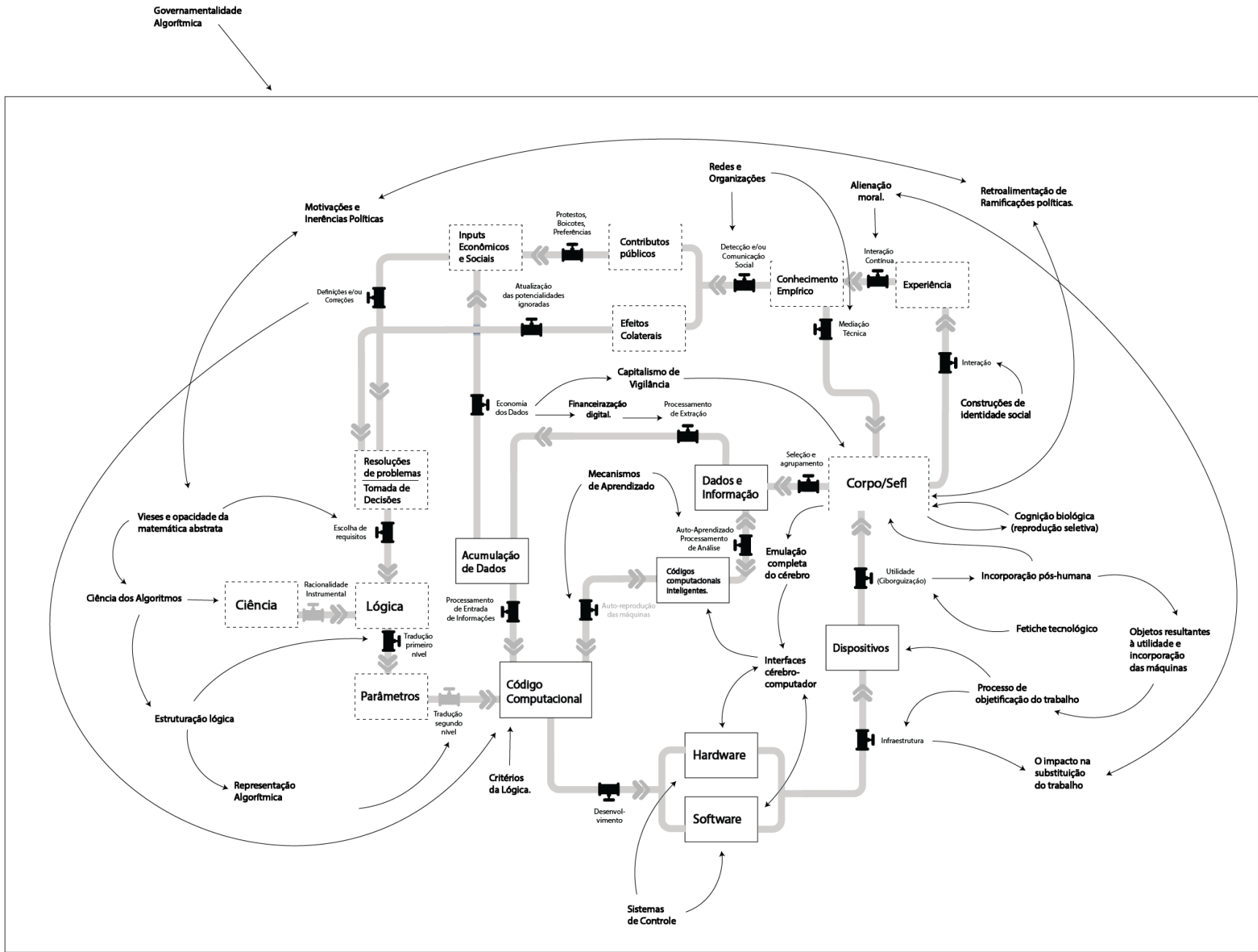


Figura 22: Visualização da complexidade algorítmica.

Fonte: Desenvolvido pela autora.

3.4 Um olhar prático sob a modelagem.

Um dos processos da dinâmica de sistema, é tido pela validação ou verificação do sistema construído a partir de um caso ou estudo de problema. Desse modo, podemos utilizar o mapa como recurso visual capaz de compreender diversas relações existentes quando lidamos com os elementos de complexidade a partir da utilização do algoritmo e de um determinado caso de estudo.

Assim, para validar a construção do mapa abordaremos um problema existente na concepção sistêmica do algoritmo que é descrita por autores como NOBLE (2018), O'NEIL (2018), EUBANKS (2018), Wachter-Boettcher (2017), SILVA (2019), como os "vieses algoritmos".

Como apresentamos na dimensão política, os vieses são um problema político que envolve a concepção ou desenvolvimento de um artefato tecnológico. Nos algoritmos esses vieses podem assumir facetas opressivas, produzindo e reproduzindo modos de discriminação e de dominação nas mais diversas vertentes: gênero, raça, etnia, classe social, etc.

Façamos um recorte através da escolha de uma dessas discriminações: a de gênero. Existem inúmeros casos que nos aproximam dessa situação: Algoritmos de reconhecimento de voz que só reconheciam vozes masculinas; Algoritmos de concessão de empréstimos que tinham preferência por clientes homens; Algoritmos que consolidam vieses sexistas ⁸³, entre outros.

De que forma a modelagem algorítmica nos permite visualizar os elementos e as relações diante dos fluxos e processos de informações que causam a discriminação de gênero? Ao analisar o mapa, podemos levantar alguns questionamentos que nos ajudaram a entender a complexidade do problema. Importante lembrar que utilizar o mapa como um recurso é estabelecer a união de entender os vieses de gênero dentro do sistema algorítmico, assim, olhar para as complexidades das relações algorítmicas, e não para toda estrutura e natureza do problema complexo da discriminação de gênero.

A discussão do gênero e os algoritmos, remontam as próprias discussões no âmbito do processo tecnológico e também científico. Isso, porque, durante muito tempo as ocupações da esfera pública da ciência e da educação eram ocupadas especificamente por homens, de modo

⁸³ https://brasil.elpais.com/brasil/2017/09/19/ciencia/1505818015_847097.html

que, a competência da mulher para as atribuições da ciência e da tecnologia eram detidas como inferiores (TABAK, 2002).

Nota-se que a ciência moderna é um produto de centenas de anos de exclusão das mulheres, o incremento da participação feminina nas ciências é um evento que vem ocorrendo desde o movimento de mulheres de 1870 e 1880 no mundo inteiro. Assim, os processos de participação das mulheres no meio científico exigiu, e vai continuar a exigir, profundas mudanças estruturais na cultura, métodos e conteúdo da ciência. (SCHIEBINGER, 2001, p.37).

Com isso, podemos perceber no sistema algorítmico, um ponto importante, a ciência dos algoritmos, a racionalidade instrumental que forma a construção da lógica estrutural como processo essencial para resolução de problemas é ainda majoritariamente uma ciência construída pelo Masculino. Em especial, nos campos científicos conhecidos como STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática), há o que Alonso (2007) chama de “fratura tecnológica de gênero”.

Assim, os vieses da ciência passam a ser também refletidos, pelos vieses e reforços construídos a partir da matemática abstrata e visões de mundo de quem os desenvolve. Desse modo, as aplicações nos códigos através da lógica são baseadas em escolhas feitas por seres humanos falíveis. Os algoritmos programados, são construídos por seres humanos com seus próprios preconceitos e motivos, podem fomentar um certo ponto de vista e, às vezes, apenas refletindo sua própria versão distorcida da realidade (O’NEIL, 2016).

Desse modo, os parâmetros de um código, passa a fortalecer visões reduzidas e distantes da pluralidade e diversidade da realidade humana. Essa falta ou ausência de apresentação de modelos femininos a serem seguidos, também pode ser tencionada nos processos de seleção e agrupamento das informações resultantes de nossa interação, que são a base dos dados que retroalimentação os sistemas inteligentes e dos mecanismos de aprendizado.

Vemos isso, no relatório da divisão cultural e científica da UNESCO, que demonstra estudos feitos a partir das assistentes sociais como a Siri, Alexa e Cortana, são programadas para serem submissas e servis, reafirmando estereótipos sexistas. Além da programação, há o reforço dos dados que advém da utilização dos usuários.

Ainda, destacamos que eventos como esse trazem o processo de objetificação do trabalho, que resultam na construção de dispositivos com características servis, que ganham default de uma feminização. Assim, subjulgam e nominam (vide todos os nomes serem no feminino) que a prática de um trabalho assistencial, cabe apenas as noções do feminino.

Nesse cenário, a retroalimentação também acontece no mundo, nos comportamentos sociais, nas referências e na possibilidade dos algoritmos de interferir na realidade da vida

humana como um co-autor que eleva a condição de reconstrução de significados, permitindo o senso de empoderamento como sujeito.

Um outro aspecto de relevância, dá-se no processo de conhecimento, experiência e mediação técnica. Nesse processo, movimento sociais, redes coletivas e até a maior participação do feminino no desenvolvimento tecno-científico dos algoritmos, podem redimensionar os modos de organização algorítmica, ao realizarem o processo de detecção e/ou comunicação social, que podem descrever os contributos públicos em ações de protestos, boicotes e novas preferências) ou por efeitos colaterais (que força que os algoritmos passem por novas atualizações diante das potencialidades ignoradas).

Segundo Aquino (2015), esse movimento de detectar um problema ou viés, pode gerar ressignificação de valores, quer na reapropriação do uso de terminada tecnologia, e por vez, de um algoritmo. Quer na difusão e articulação das causas femininas e de expressões coletivas.

Entretanto, é possível lembrar que os incentivos econômicos e sociais para que haja processos de correções e até mesmo novas definições menos enviesadas, também possuem hipóteses de viés gênero. Para Alperstedt, Ferreira e Serafim (2014) a questão do gênero está desde as falta de incentivos pessoais e financeiros, como investimentos, até a dificuldade da credibilidade devido à diferentes experiências, que passam a resultar numa maior centralização masculina na formação dos modelos de negócios, objetivos dos algoritmos, e das resoluções de problemas que buscam-se solucionar.

Nesse sentido, podemos ver que por diferentes elementos do mapa os vieses podem ser fortalecidos, do mesmo modo, reajustar esses elementos, também causa impacto em todo sistema. Por isso, mais uma vez, é possível descrever a importância de olharmos para o algoritmo como um conjunto sócio-técnico, delineado por inúmeras complexidades que fazem parte de seu sistema.

Ao conjunto das rupturas como os vieses de gênero, quando acumuladas ao longo do tempo traz luz à marginalização e exclusão que se processa não somente em termos do real, do concreto, mas do virtual, nas imaterialidades e subjetividades, extrapolando o tempo e o espaço, aumentando o espectro em que a exclusão pode ser criada e reforçada dentro dos algoritmos. Olhar para esses diferentes fatores, sob visualização do mapa, é se aproximar de uma perspectiva que deve ser tencionada, questionada e até mesmo reconfigurada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS - CAMINHOS FUTUROS

Segundo Damásio (2019, p.234) “a história das culturas humanas é, em alguma medida, uma narrativa da nossa resistência a algoritmos naturais por meio de invenções não previstas por esses algoritmos”. Assim, apesar da influência por eles exercidas em nossas vidas, não necessariamente, precisam pré-determinar nossas existências. Por isso, após estabelecermos uma construção dimensional do algoritmo que o descrevem enquanto objeto alojado à materialidade técnica e como sujeito nas relações de sociedade, resta-nos uma pergunta: Como agirmos daqui em diante para que os algoritmos não se configurem em problemas complexos a inputs tecnocráticos nas sociedades?

Não ousaríamos responder essa pergunta, entretanto, é possível demonstrarmos ações, direcionamentos, caminhos ou fatores promovedores de equilíbrios, ajustes e, até mesmo, correções contínuas como tentativa de aproximação da resolução e criarmos um movimento de resistência e esperança diante dessa questão.

Esse olhar, será construído como um imaginário social que, descreve um substrato ideológico, capaz de representar símbolos que nos despertam do presente imediato, através de um mecanismo pelo qual a imaginação se relaciona com a consciência trazendo aprendizados e novas elaborações.

Tal como descreve Baczko (1985, p. 403), essa alusão representa além de “fator regulador e estabilizador, também a faculdade que permite que os modos de sociabilidade existentes não sejam considerados definitivos e como os únicos possíveis, e que possam ser concebidos outros modelos e outras fórmulas”. Com isso, seremos capazes de resgatar alguns olhares de diversos autores mencionados ao longo do trabalho, quando remontam ideias de uma "consciência antecipadora" diante dos caminhos futuros.

Diante disso, acreditamos, que retomar os contextos “perdidos” não é recair num imediato romântico, mas repensarmos nosso enfrentamento e práticas sociais diante do objeto, que eventualmente tornaram cada vez mais complexas. Segundo Feenberg (2005, p. 5) só conseguiríamos defrontar qualquer objeto quando agirmos num sistema a que nós mesmos pertencemos consequentemente, cada uma de nossas intervenções retorna, de certa maneira, como feedback. Assim precisamos reencontrar nosso papel diante do cenário moderno do algoritmo.

Uma das primeiras formas de repensar como lidamos com o algoritmo é necessidade de reflexões sobre as novas e emergentes formas de códigos, em resgate as **(i) racionalidades**

democráticas: no dever de defenderem a pluralidade e promover iniciativas e participações mais abertas.

Assim, a demanda central é, pois, pela constituição de uma cultura política democrática que também discuta as formas de concepção, de investimentos, decisões, configurações em relação aos empreendimentos tecnológicos (FEENBERG, 2015). Isso porque “os algoritmos só poderão servir à democracia se forem transparentes e governáveis. Invisíveis, ocultos ou obscuros não poderão ser socialmente auditados, portanto não poderão ser democraticamente controlados” (SILVEIRA, 2019, p. 83).

Essa retomada para nos aproximar dos algoritmos enquanto objeto sociotécnico, pode ser construída primariamente pela “consciência do significado” ou seja, entender que os algoritmos são a força que regem a contemporaneidade e que são objetos complexos, os quais requerem um movimento constante a compreender não apenas sua natureza, mas suas constantes disputas e transformações ao longo do tempo. E que, apesar de serem presentes na contemporaneidade, não são inferiores nem superiores aos homens, são apenas um objeto de intercâmbios relacionais.

Ao resgatar esse olhar, compreenderíamos a importância de estudarmos as materialidades e as demais dimensões que o compõe, aproximando-nos desse objeto como um fator resultante à cultura contemporânea. Assim, seríamos capazes de entender a “consciência da natureza das máquinas, de suas relações mútuas e de suas relações com o homem, e dos valores implicados nessas relações” (SIMONDON, 1980, p. 13). Isso nos daria base para retomar o controle e a dominação sobre as atribuições técnicas do objeto, caminhando assim para o segundo passo: **(ii) A formação da técnica, como aspecto da educação.** Um movimento que para Simondon (1980), deve acontecer desde a infância, pois para ele “uma criança deveria saber o que é uma autorregulação ou uma reação positiva assim como conhece os teoremas matemáticos”.

O ensino da técnica seria, então, capaz de transformar a maneira como nos relacionamentos com objetos sóciotécnicos, como os algoritmos. Poderíamos, por exemplo, descrever maneiras de incidências sobre os algoritmos através da apropriação criativa ou subvertida. Ou seja, operar de forma diferente daquela em que foi originalmente projetada - ao ter seu desenvolvimento submetido a regulações/controles – decididos, formalmente ou não, pelos governos ou pelos consumidores. Mais além, seríamos capazes de introduzir um **(iii) projeto regulatório centralizado de deliberação e supervisão dos direitos humanos.**

Dessarte esse projeto colocaria a frente dos desenvolvimentos algoritmos as normas de direitos humanos, de modo que, sistematicamente consideradas todas as etapas do projeto, desenvolvimento e implementação do sistema, além de constantes etapas de verificação, teste

e auditoria dos algoritmos e sistema, a fim de garantir cumprimento das normas de direitos humanos, juntamente com abordagens sociais e organizacionais.

Quem sabe, assim, poderíamos atravessar algumas dificuldades que enfrentamos diante das regulações, tais como, a falta de compreensão técnica leva a muitos legisladores, especialmente aqueles que não conseguem entender o que está acontecendo, a hesitarem em criar ou aprovarem leis (TOSCANO, 2018). Ou a ausência de específicas regulações a legislação vigente se utiliza de contornos jurídicos, nos quais o legislativo acaba, portanto, tendo a necessidade de analisar cada caso frente a aplicação de tais regras e dos princípios que regem a ordem jurídica (CRUZ et al, 2018).

Além das regulações legislativas, também é importante apontarmos aos processos de auto-regulação das empresas e plataformas que desenvolvem os algoritmos. Essas regulações poderiam variar não apenas nos pontos de vista estritamente jurídicos, mas através de postura puramente técnica e de constante aperfeiçoamento de modelo de negócio. Com isso, a prioridade estaria diretamente relacionada a responsabilização, a transparência e o escrutínio público (DONEDA; ALMEIDA, 2018).

Segundo alguns autores como O'neil (2018) e Toscano (2018), **(iv) além da transparência encontra-se a necessidade de acessibilidade** para que os usuários consigam identificar a lógica proposta nos algoritmos e explicar por que algum resultado específico foi produzido. E só seria possível ao traçarmos com clareza as entradas de dados, as superfícies de controle, as etapas de algoritmos e o estado interno, suposições e modelos que o algoritmo usa, bem como justificção para saídas produzidas.

Com a capacidade de reconhecer todas essas estruturas poderemos compreender eventuais rupturas no desenvolvimento de tecnologias como os algoritmos, e ter a possibilidade de exigir correções ou colaborar nas mudanças de propósitos de um algoritmo (O'NEIL, 2018). Entretanto, tal mecanismo pode falhar devido as empresas que detém os algoritmos não reconhecerem a necessidade, ou a obrigação de buscar contribuições significativas das partes interessadas afetadas ou do público em geral na identificação dos **(v) padrões éticos a serem implementados** (YEUNG, HOWES; POGREBNA, 2019).

Nesse cenário, talvez um caminho de potencial, de converter a noção de erro em oportunidade de aprendizado, de modo que sistema receber uma retroalimentação adequada, seja através fortalecimento da ciência e pesquisas em algoritmos, do desenvolvimento de pesquisadores que tenham competências necessárias e até mesmo campanhas de colaboração massiva entre empresas e academia (ONEIL, 2018, p. 213).

Outra possibilidade de um mecanismo que retroalimentar os algoritmos de maneira apropriada está na **(vi) representação diversa e plural**, proferindo a diversidade não apenas no conhecimento e na capacidade, mas na força de termos uma diversidade cultural desde o desenvolvimento, até a funcionalidade do conjunto de dados que treinam esses algoritmos, de modo que “não exista implementação sem representação” (TOSCANO, 2018). Além de garantir que essa diversidade tenha papel transformador nas interações algorítmicas, sendo capazes, até mesmo, de desconstruir perspectivas antes hegemônicas e colocando em seu lugar construções coletivas e sociais que sejam mantidas e repetidas por muito tempo.

Ainda, ao ser projetada em associação a pluralidade de atores sociais, precisamos incorporar, pelo menos, parte dos valores da diversidade através de melhorias contínuas e práticas de UX⁸⁴ e CX⁸⁵ no desenvolvimento de software e até no remodelamento dos desenhos dos algoritmos por meio do Design de futuros desejáveis⁸⁶. Ou como uma nova agenda através de movimentos como o Open Source⁸⁷, Governança algorítmica⁸⁸, de Software Livre⁸⁹, que reforçam uma natureza representativa e democrática que poderá trazer equilíbrio as definições tecnocráticas antes pensadas apenas para eficiência e progresso na utilização de um algoritmo.

Entretanto, é importante lembrarmos que esse assunto não se encerra aqui. Estamos em constantes evoluções ditadas pelo progresso e pela eficiência que nos apresentam novos paradigmas e novas construções da relação dos seres humanos com as máquinas, das quais podemos denominar uma nova roupagem tecnocrática. Nela, os algoritmos são um dos instrumentos capazes de ganhar autonomia para além da concepção social ou híbrida (homem-máquina). Estaríamos diante de uma micropolítica técnica, capaz de melhorar os sistemas técnicos estabelecidos, ao mesmo tempo que subvertem ao seu projeto original (FEENBERG, 2015a).

Portanto, é fortemente necessário **(vii) rompermos com as estruturas de manutenção de poder**, que produzem e naturalizam categorias normativas e de subversão, através da utilização e domínio de alguns algoritmos. Assim, podemos considerar que o poder não é

⁸⁴Experiência do Usuário, é o método de analisar e entender a forma como os usuários interagem com produtos

⁸⁵Experiência do Cliente, envolvendo a história das experiências e interações de um usuário com os produtos.

⁸⁶Metodologia que busca desenvolver construções coletivas e intencionais para criar futuros positivos e de impacto para a sociedade, através de um conhecimento que se chama design especulativo, que une práticas do design com pesquisas antropológicas.

⁸⁷ Movimento que dá nome ao conceito de código aberto, criado em 1998 e que promove o licenciamento livre para o design ou esquematização de um produto, e a redistribuição universal desses, com a possibilidade de livre consulta, examinação ou modificação do produto.

⁸⁸ Movimento que pode variar desde os pontos de vista estritamente jurídico e regulatório até uma postura puramente técnica. Costumam priorizar a responsabilização, a transparência e as garantias técnicas.

⁸⁹ Conceito criado em 1983, que afirma que o código é um movimento social, que defende uma causa. Assim precisa ter características atreladas a aspectos de liberdade.

diretamente uma instituição ou uma estrutura, mas a uma situação estratégica pensa e objetivada de maneira complexa numa sociedade determinada (FOUCAULT, 1988, p.89).

Para Foucault as resistências acontecem dentro das relações de poder e não fora dela (FOUCAULT, 1988, p. 91). Portanto, não há como estar fora das relações de poder para viver de outro modo. As **(viii) resistências e o estabelecimento de contrapoderes**, permitem colocar a problemática nos sistemas de produção de verdade, dos segredos industriais e de produção de sujeitos, nas relações de poder.

Nesse sentido, remontando a ideia de Simondon (1980)⁹⁰, se o desejo de poder consagra os algoritmos como meio de supremacia e faz dele um feitiço contemporâneo, um dos modos de repensarmos essas estruturas, é **(ix) observamos como o algoritmo se constrói enquanto sistema – conhecer o sistema**. Assim, se ao reajustarmos uma variável desse sistema, ele ainda continuar produzindo subversão pode ser que o problema ou a ruptura não esteja na variável mas nos fatores subjetivos que descrevem e antecedem a finalidade daquela variável.

Winner (1980) nos alerta de como podemos observar as variáveis, se ela “deriva de uma resposta social inevitável a propriedades incontroláveis nas coisas em si mesmas, ou, em vez disso, é um padrão imposto independentemente [...] por alguma instituição social ou cultural para promover seus próprios interesses?”.

Ao sermos capazes de questionar os elementos de um sistema, e o modo que os algoritmos incorporam os elementos sociotécnicos, também nos requer reconhecer os valores que desejamos sacrificar, reajustar e até mesmo ressignificar nesse sistema, a fim de **(x) não negociarmos o inegociável**. Dessarte, Toscano (2018) ainda propõe que é necessário, não apenas a priorização dos valores, como um idealismo que atenda a necessidades novos valores e que sejam capazes de causar o mesmo impacto que essas estruturas de poder hoje atuam sobre nós.

Posteriormente, deveríamos lembrar que os processos algoritmos, codificam o passado, e não inventam o futuro. Pois para inventar o futuro é necessário imaginação moral e isso é algo que só os seres humanos podem oferecer. Só então, podemos iniciar os mecanismos capazes de integrar de forma explícita melhores valores em nossos algoritmos e criar modelos que sigam nosso exemplo ético. E as vezes isso significa dar prioridade a justiça antes dos benefícios (O’NEIL, 2018).

⁹⁰ Para Simondon (1980) “O desejo de poder consagra a máquina como meio de supremacia e faz dela o feitiço moderno.

E para isso caminharmos nessa direção, combinando todos esses fatores, precisamos segundo O'neil (2018), **(vii) tomar as rédeas da nossa utopia tecnológica**, essa confiança ilimitada, idolátrica e injustificada em que os algoritmos e a tecnologia podem alcançar. “Antes de pedirmos que sejam melhores, precisamos admitir que não podem fazer tudo” (O'NEIL, 2018, p. 252-253). **E da nossa distopia**, ou medo exacerbado que distancia a participação e o convite a ressignificação dos sistemas, e por vezes, se fortalece “na suposição de que os objetos técnicos não contenham realidade humana” (SIMONDON, 1980, p. 43).

Assim, ao olharmos para Simondon (1980, p. 50) temos que “ao suprimir essas fontes de alienação e restabelecer a informação reguladora, exercemos um valor político e social: poder dos meios ao homem para pensar sua existência e sua situação em função da realidade que o cerca”, e dos sistemas que o afetam.

É, por fim, fundamental pensar que modelarmos os valores simbólicos nos algoritmos, tal como justiça, ética, equidade, é antes de mais nada, um convite simbólico a nos repensarmos enquanto sociedade. Cabe a nós, uma decisão importante: Continuaremos a reduzir o espectro lógico dessa força motora ou nos relacionaremos com sua complexidade, indo além dos padrões dados e, em seu lugar, a afirmar um novo imaginário social?

CONCLUSÃO

Os algoritmos ultrapassam as materialidades técnicas e as dimensões sociais, convertendo-se numa força motora que descreve nosso tempo presente. Esse protagonismo, é característico não apenas pela importância que o objeto tem em nossa sociedade, quando de maneira inconsciente interagimos cotidianamente com ele. Mas, também, como reflexo de um pensamento que modela a construção de todas as interações sócio-técnicas.

Em um resgate marcado por disputas simbólicas e movimentos conceituais, o algoritmo foi capaz de sair de uma relação homem-homem, atrelada a facilidade de descrever sistemas numerais ao possibilitar uma maior compreensão da construção lógica, para uma relação homem-máquina, que introduziu a submissão de nossa força de pensamento e construção social a um relacionamento simbiótico com a máquina. Passando, então a se projetar em uma relação complexa, na qual a noção homem-máquina-homem, começou a ganhar interferências sociais e retroalimentações significativas, múltiplas e diversas.

Ao entender que esses movimentos relevam a maneira que projetamos nosso olhar para o futuro, tornou-se necessário abriremos a caixa-preta dos algoritmos, através de uma maior compreensão do funcionamento interno de seu sistema. Entretanto ao abrir essa caixa, precisávamos observar o objeto tendo em base um olhar multidisciplinar. Assim, construímos o aprofundamento através dos pontos de interrogação que ocorrem quando olhamos um objeto desde um ponto de vista do campo de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

Com esse olhar, foi proposta uma aproximação dimensional e temática acerca das reflexões de autores que estudam artefatos sócio-técnicos numa perspectiva CTS e autores que estudam os impactos dos algoritmos na contemporaneidade, na tentativa de averiguar quais seriam as possíveis bases de uma leitura CTS do algoritmo na atualidade.

Assim, entendemos que a natureza complexa do algoritmo em primeiro momento é resultado de uma caracterização do objeto como sócio-técnico, ou seja, de uma construção que se concebe em uma decomposição (e posteriormente integração) de uma complexidade de mais sistemas (técnicos e sociais), que se afetam e se retroalimentam em interrelações dinâmicas e não lineares.

Posteriormente, acreditamos ser capaz de representar essa natureza através de uma construção dimensional descrita pelas temáticas:

- Dimensão de lógica e controle, aproximou a noção lógica presente no algoritmo pela representação do conhecimento do que deve ser feito, enquanto a noção de

controle descreve como deve ser feito a resolução de um problema a qual se tenta solucionar. Ambos os caminhos são fortalecidos pelo que chamamos de ciência dos algoritmos, que resultam de processos de representação algorítmica, estruturação lógica e critérios da Lógica, bem como, do fundamento das noções de controle descritas pela cibernética e pelos sistemas de controle.

- Dimensão de Automação, Trabalho e Alienação Moral, descreveu a relação estabelecida ao algoritmo como instrumento responsável por transformações no campo do trabalho. De modo que a nossa relação com o objeto passa a ser considerada de sujeição mediada por processos de objetificação do trabalho e pela indução de uma autorreprodução das máquinas que em decorrência causam impacto na substituição do trabalho e antecipam um movimento no qual nos tornamos sujeitos de uma alienação moral.
- Dimensão de Corpo, Self e Ciborgues, apresentou a maneira como se desenvolve processos de desdobramento do ser humano com os algoritmos, permeados de uma visão de utilidade e que acabam por se transformar numa extensão da corporeidade humana. Essas relações foram contruídas nas tentativas de desafiar as fronteiras da incorporação dos objetos resultantes à simbiose homem-máquina e pela antecipação do que chamamos um polimorfismo pós-humano.
- Dimensão de Lógica de Acumulação e Economia, transcreveu a natureza do algoritmo através dos mecanismos geradores de matéria-prima de uma economia moderna, os quais são possíveis pela construção relacional de dados e informação. Também mostrou-se que a nova estrutura econômica possui pilares estabelecidos em práticas como a economia dos dados, o capitalismo de vigilância e a financeirização digital.
- Dimensão de Política e Viéses, expôs as imaterialidades a partir das práticas políticas e do reforço de vieses no desenvolvimento algorítmico, que por vezes traduzem no ferramental necessário para modulações de comportamentos. Desse modo, tais motivações e inerências políticas, são reforçadas não apenas pelos vieses e pela opacidade da matemática abstrata, mas também por constantes retroalimentações a partir das interações com o objeto.
- Dimensão de Antropologia, Cultura e identidade, enunciou a reconfiguração de comportamentos e práticas humanas coletivas que caracterizam um movimento etnográfico de protagonismo ao algoritmo. Assim, delimitamos que

essa onipresença é manifesta por constantes fortalecimentos de um fetiche tecnológico e de uma nova construção de identidade social que por vezes reforçam processos de governamentalidade e controle social a partir dos algoritmos.

- Dimensão de Racionalidade e Inteligência, reobservamos os caminhos sinuosos das relações que se apresentam na leitura de uma dualidade cérebro-computador presente nas noções de computacionalismo. Bem como, comentamos sobre os limites decorrentes da construção dos mecanismos de aprendizado e o nascimento de uma nova natureza descrita composta pela unidade de mecanismos inteligentes que dariam propulsão a uma cognição sobre-humana.

Além de representar os principais assuntos que inter-relacionam a dinâmica da complexidade algorítmica, acreditamos que olhar essa realidade a partir de uma visão sóciotécnica, contribui para tencionarmos de inúmeras formas o objeto, repensando, também, o comportamento das relações. Com isso, tornou-se importante, contribuirmos para o campo CTS com uma abordagem representativa, que contribuísse para as discussões das dimensões que concebem nosso olhar ao algoritmo.

Desse modo, fomos capazes de observar e tencionar o algoritmo em diferentes esferas e sinergias. Pois, acreditamos que retomar as questões técnicas e práticas desse artefato conjuntamente as descrições sociais e seu efeito sociedade nos retoma centralidade das discussões que descrevem nossa relação com os algoritmos como uma relação atemporal, complexa e dinâmica. Assim, mais uma vez, é possível reforçar a importância de um encontro interdisciplinar/multidisciplinar que não se limita apenas a agenda apresentada, bem como, as abordagens construídas.

Sabemos que o assunto não se encerra, nem pretendemos um fechamento. Pois corroboramos com a ideia de Ziewitz (2015) que estudar algoritmos é manter nossas pesquisas generativas o suficiente para nos convidar a revisitar algumas de nossas próprias suposições e crenças. Assim, mantemos a ciência de que esse trabalho representa um olhar, uma possibilidade diante do objeto e que, que em breve, abrir e reabrir caixa do algoritmo, pode nos levar a novos olhares e compreensões de um objeto que contém em si sua evolução. Como objeto sóciotécnico, o algoritmo se extrai diferentes lógicas, constrói e redefini diferentes cenários, que ultrapassam sua própria dimensão e conceitualização, de modo que, não chega a um fim. Trata-se de uma evolução não encerrada.

Além disso, devemos ter em mente, que precisamos retomar a centralidade das discussões algorítmicas tal como um criador retoma o controle de sua criatura. E para que isso

aconteça é importante o desembaraçamento das regras semânticas que nos levem a alcançar o núcleo de um algoritmo. Esses desembaraços devem ser feitos por meio das nossas constantes análises sobre significados ideológicos e relacionais, e não apenas pelas organizações manifestas, mas também as não-manifestas. Assim, ao olhar para toda complexidade das discussões do algoritmo, precisamos enxergar não somente o que é implícito, ou seja, dito como significado, mas também o modo como é dito. Indo também a uma aproximação das subjetividades do que não foi dito, mas poderia ser dito.

A fim de concluirmos, consideramos necessário que mais olhares ajudem a compreender esse objeto de natureza complexa, e que paralelo a esses estudos, venhamos repensar e reabrir as atuais condições de desenvolvimento algorítmico nas quais os algoritmos reproduzem sob a sociedade.

Por fim, esperamos que nosso trabalho venha a contribuir na consolidação dos estudos dos algoritmos e na abertura de temáticas ainda não suficientemente exploradas, como as trazidas pelo campo CTS, que submetem o olhar do objeto a definição sociotécnica. Desse modo, esperamos sensibilizar a quem se relaciona direta ou indiretamente com o objeto a fim de reobservá-lo e dedicar a importância devida e necessária de sua natureza complexa e multidimensional.

REFERÊNCIAS

- ABRAMOVAY, Ricardo. **A economia híbrida do Século XXI**. 2014. Disponível em: http://ricardoabramovay.com/wp-content/uploads/2015/02/A-Economia-Híbrida_do-Século-XXI_De-Baixo-para-Cima_Abramovay_12_2014.pdf. Acesso em: 05 jul. 2019.
- ABRAMOVAY, Ricardo. **As commodities na era da economia de dados**. 2019. Disponível em: <http://ricardoabramovay.com/as-commodities-na-era-da-economia-de-dados/>. Acesso em: 07 jan. 2020.
- ADORNO, T.W. & HORKHEIMER, M. *Dialética do esclarecimento: fragmentos filosóficos*. 2. ed. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1986.
- AGUILAR, Luis Joyanes. **Metodología de la programación : diagramas de flujo, algoritmos y programación estructurada**. Madrid: Mcgraw-hill, 1993. 248 p.
- AJUNWA, Ifeoma. Hiring by Algorithm. *Ssrn Electronic Journal*, [s.l.], p. 1-55, 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2746078>.
- ALBORNOZ, Suzana. **O que é trabalho**. São Paulo: Brasiliense, 2000, Coleção Primeiros Passos.
- ALGUEDA, F. & Gaete, V. (2016). Fetichismo Tecnológico en la Era de la Cibercultura. **Revista Educación y Tecnología**, 2(09), 16- 25.
- ALONSO, A. P.. La comunicación como arma do desarrollo? Una mirada desde el punto de vista de las mujeres. In: MARCESSE, Silvia Chocarro (Coord.) *Nosotras en el país de las comunicaciones. Mirada de Mujeres*. Barcelona: Icaria Editorial/ACSUR-LAS SEGOVIAS, 2007. p. 161-175.
- ALPERSTEDT, G. D.; FERREIRA, J. B.; SERAFIM, M. C. Empreendedorismo feminino: dificuldades relatadas em histórias de vida . **Revista de Ciências da Administração**, v. 16, n. 40, p. 221-234, 2014.
- ALVES, Eliseu Roberto de Andrade. **Pesquisa básica e pesquisa aplicada**. 1982. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/95428/1/Pesquisabasicapesquisaaaplicada.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2019.
- ALVES, T. A. da S.. *Tecnologias de informação e comunicação (tic) nas escolas: da idealização à realidade: Estudos de Casos múltiplos Avaliativos realizado em escolas públicas do Ensino Médio do interior paraibano brasileiro* . 2009. 134 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências da Educação, Instituto de Ciências da Educação, Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, Lisboa, 2009.
- AMARAL, João Alberto Arantes do. *Desvendando Sistemas*. Edição do autor. 2012.

AQUINO, Ellen Larissa de Carvalho; SOUSA, Cidival Morais; **O algoritmo sob olhar da teoria crítica de Feenberg: O código como um objeto sócio-técnico**

In: VIII SIMPÓSIO NACIONAL DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE, 8., 2019, Belo Horizonte. **Anais VIII Simpósio Nacional de Ciência, Tecnologia e Sociedade**. Belo Horizonte: Esocite, 2019. 1327 p.

AQUINO, Ellen Larissa de Carvalho. **DA PARTICIPAÇÃO AO ATIVISMOS::** as tecnologias da informação e comunicação aliadas ao feminismo. 2015. 113 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnologias da Informação e Comunicação, Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/164969>. Acesso em: 20 out. 2019.

BABBIE, E. The practice of social research. 4th ed. Belmont, Wadsworth Publ., 1986
BACZKO, Bronislaw. "Imaginação social". In *Enciclopédia Einaudi*, s. 1. Lisboa: Imprensa Nacional/Casa da Moeda, Editora Portuguesa, 1985.

BALDWIN, Douglas; SCRAGG, Greg. **Algorithms & Data Structures: the science of computing** (electrical and computer engineering series). -: Charles River Media, 2004. 620 p.

BAPTISTELLA, Camilla Voigt ; Rebechi, Claudia Nociolini; **Dados, categorias e classificações: algoritmos como instrumentos de vigilância do trabalho** In: VIII SIMPÓSIO NACIONAL DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE, 8., 2019, Belo Horizonte. **Anais VIII Simpósio Nacional de Ciência, Tecnologia e Sociedade**. Belo Horizonte: Esocite, 2019. 1327 p.

BARCELLOS, Paulo Fernando Pinto; ANDRADE, Aurélio de Leão; NÓBREGA FILHO, Antonio. Construção do futuro com grupos sociais complexos: utilizando o pensamento sistêmico no planejamento de longo prazo com a participação de comunidades de aprendizagem. *Revista de Administração da USP*, São Paulo, v. 40, n.4, p. 321-329, 2005.

BAUDRILLARD, Jean. O sistema dos objetos. São Paulo: Perspectiva, 1973. (Debates, 70). p. 85

BAUMAN, Zygmunt. Vida para o consumo: a transformação das pessoas em mercadorias. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2008. Disponível http://seminariostematicos.files.wordpress.com/2011/05/vida_para_consumo_-_zygmunt_bauman1.pdf. Acesso em: 20 jul. 2020.

BEDREGAL, Benjamín René Callejas; ACIÓLY, Benedito Melo. **Introdução à Lógica Clássica para a Ciência da Computação**. Disponível em: https://www.dimap.ufrn.br/~jmarcos/books/BA_Jul07.pdf. Acesso em: 18 fev. 2020.

BEER, David "Power through the algorithm? Participatory web cultures and the technological unconscious," 2009. *New Media & Society*, 11, no. 6, pp. 985-1002.

BEER, David. The social power of algorithms, 2016. *Information, Communication & Society*, 20:1, 1-13, DOI: 10.1080/1369118X.2016.1216147

BEN-ELI, Dr. Michael. **Systems Thinking & Systems Modelling: a course for understanding systems and creating systems models**. A Course for Understanding Systems

- and Creating Systems Models. 2020. Disponível em:
<http://www.sustainabilitylabs.org/2020/01/15/systems-thinking-systems-modelling-e-book-published/>. Acesso em: 27 abr. 2020.
- BERLINSKI, David. **O advento do algoritmo**: A idéia que governa o mundo. São Paulo: Editora Globo, 2002. 420 p.
- BEZERRA, A. C. VIGILÂNCIA E CULTURA ALGORÍTMICA NO NOVO REGIME DE MEDIAÇÃO DA INFORMAÇÃO. Disponível em:
<http://portaldeperiodicos.eci.ufmg.br/index.php/pci/article/view/2936> Acessado em ago. 2018
- BIANCONI, Ricardo. **Lógica de Primeira Ordem**. 2012. Disponível em:
<https://www.ime.usp.br/~mat/0349/Predicados-2.pdf>. Acesso em: 07 ago. 2019.
- BIDERMAN, Maria Tereza Camargo. 1991. Polissemia versus Homonímia. *Anais do Seminário do Gel*, XXXVIII, Franca: UniFran - União das Faculdades Francanas.
- BLUMER, H. Symbolic Interactionism: Perspective and Method. 1969. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- BOGOST, I. Unit operations: an approach to videogame criticism. Bogost : The MIT Press, Massachusetts, 2006. p. 3;
- BONCOMPAGNI, Baldassarre, ed., Algoritmi de Numero Indorum. Trattati D 'Aritmetica 1 (Rome, 1857).
- BOSTROM, Nick. **Superinteligência**. Rio de Janeiro: Darkside, 2018. 480 p.
- BOYER, Carl Benjamin; MERZBACH, Uta C. História da Matemática. 3 ed. São Paulo: Blucher, 2012.
- BRAGA, A. P.; CARVALHO, A. C. P. L. F.; LUDEMIR, T. B. Redes Neurais Artificiais: teoria e aplicações. 1 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2000.
- BRAMAN, S. Defining information: An approach for policymakers. *Telecommunications Policy*, v. 13, n. 1, p. 233-242, 1989.
- BRITO, Alisson Vasconcelos de. **Introdução a Arquitetura de Computadores**. 2014. Disponível em: <http://producao.virtual.ufpb.br/books/edusantana/old-arq/livro/livro.html>. Acesso em: 15 fev. 2020.
- BROOKSHEAR, J. Glenn. **CIENCIA DA COMPUTACAO UMA VISAO ABRANGENTE**. São Paulo: Artmed Editora S.a, 2003. 503 p.
- BRUNO, F. **Máquinas de ver, modos de ser**: vigilância, tecnologia e subjetividade. Porto Alegre: Sulina, 2013.
- BRUNO, F. et.al. (Orgs.) Tecnopolíticas da vigilância: perspectivas da margem. São Paulo: Boitempo, 2018. p.17-67

BULLYNCK, Maarten. Histories of algorithms: Past, present and future. *Historia Mathematica*, Elsevier, 2015, 43 (3), pp.332 - 341.

BUNGE, M. Philosophy of science and technology: parte II: life science, social science and technology. Dordrecht: Reidel, 1985 (Treatise on basic philosophy, tomo 7).

BUNGE, M. Epistemologia. São Paulo: T. A. Queir.z/EDUSP, 1980.

BUNGE, Mario. **Matéria e mente**. São Paulo: Perspectiva, 2017. 416 p.

CAMPBELL-KELLY, M. A origem da Computação: Era da informação começou ao se perceber que máquinas poderiam imitar o poder da mente. 2018. Disponível em: http://www2.uol.com.br/sciam/reportagens/a_origem_da_computacao.html . Acesso em: 10 de abril de 2018.

CASTELLS, M. A sociedade em rede. São Paulo: Paz e Terra, 1999.

CASSIRER, E. *El Problema del Conocimiento* - El Renacer del Problema del Conocimiento en la Filosofia y en la Ciencia Modernas. Mexico; Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica, 1953. 3v. v.1.

CELESTE, G.. **Ada lovelace day**: ou parem a violência de gênero dentro da área tecnológica. 2014. Disponível em: <<http://luluzinhacamp.com/ada-lovelace-day-ou-parem-a-violencia-de-genero-dentro-da-area-tecnologica/#.VI53GHarTIV>>. Acesso em: 17 nov. 2019

CHABERT, Jean-luc. **A History of Algorithms**: From Pebble to the microchip. Berlin: Springer, 1999. 524 p. (1). ISBN 978-3-540-63369-3.

CHECKLAND, Peter. Systems thinking, systems practice. West Sussex: John Wiley & Sons, 1999. 330 p.

CHEMLA, Karine (Ed.). History of Science, History of Text. (Boston Studies in the Philosophy of Science, 238). Dordrecht: 2004, Kluwer.

CHENG, Eugenia. **An unexpected tool for understanding inequality: abstract math**. 2018. Disponível em: https://www.ted.com/talks/eugenia_cheng_how_abstract_mathematics_can_help_us_understand_the_world. Acesso em: 01 mar. 2019.

CITRON, Danielle Keats (2007). “Technological Due Process.” *Washington University Law Review* 85, 1249–1313.

CLIFTON, Christopher W., Dierdre K Mulligan and Raghu Ramakrishnan (2006). “Data Mining and Privacy: An Overview,” in *Privacy and Technologies of Identity: A Cross-Disciplinary Conversation*, ed. Katherine J Strandburg and Daniela Stan Raicu (New York, NY: Springer)

CLYNES, Manfred E.; KLINE, Nathan S.. **Cyborgs and Space**. 1960. *Astronautics* 5(9): 26-27, 74-76.

COPELAND, M. What's the Difference Between Artificial Intelligence, Machine Learning, and Deep Learning? 2016. Disponível em: <<https://blogs.nvidia.com/blog/2016/07/29/whats-difference-artificial-intelligence-machine-learning-deep-learning-ai/>>. Acesso em: 28 jun. 2019.

CORMEN, Thomas. **Desmistificando algoritmos**. Rio de Janeiro: Elsevier Editora, 2014. 200 p. (1). ISBN-10: 8535271775.

CORBETT NETO, Thomas. Introdução a Dinâmica de Sistemas. 2003. Disponível em: <http://www.corbett.pro.br/introds.pdf> Acessado em Maio/2019

CRUZ, Francisco Brito, et al. Direito Eleitoral na Era Digital. Belo Horizonte: Casa do Direito, 2018.

CUPANI, Alberto. **Filosofia da tecnologia : um convite**. 3. ed. Florianópolis: Ufsc, 2016. 233 p. ISBN 978.85.328.0791-5.

DAMÁSIO, António. **A estranha ordem das coisas**: as origens biológicas dos sentimentos e da cultura. São Paulo: Companhia das Letras, 2018. 338 p.

DAMÁSIO, António. *O Erro de Descartes: Emoção, Razão e o Cérebro Humano*, São Paulo: Companhia das Letras, 2016, ISBN 85-7164-530-2, 336 páginas

DELGADO, F. Pinales; AMADOR, C. Velasquez. (2013). Problemario de Algoritmos resueltos con diagramas de flujo y pseudocodigo. Ciudad de Mexico: Universidad autonoma de aguas calientes.

DEMO, P. Complexidade e aprendizagem: a dinâmica não linear do conhecimento. São Paulo : Atlas, 2002

DESLAURIERS, J.-P. (1991). Recherche qualitative- Guide pratique. Montreal: McGraw-Hill.

DREYFUS, H. L. What Computers Still Can't Do: A critique of Artificial Reason. Cambridge: MIT Press, 1992.

DINIZ, Célia Regina; SILVA, Iolanda Barbosa da. Metodologia científica. Campina Grande: Natal, UEPB/UFRN, EDUEP, 2008.

DORF, R. C; BISHOP, R. H. Sistemas de Controle Moderno, Addison Wesley Longman, 8ª Edição, 2001.

DOURISH, P. Algorithms and their others: Algorithmic culture in context. 2016. Big Data & Society 3(2): 1–11.

DONEDA, Danilo; ALMEIDA, Virgílio A. F. O que é governança de Algoritmos? IN: BRUNO, F. et.al. (Orgs.) Tecnopólicas da vigilância: perspectivas da margem. São Paulo: Boitempo, 2018. p.17-67

DUBBERLY, Hugh; PANGARO., Paul. **Introduction to Cybernetics and the Design of Systems**. 2010. Disponível em: https://www.pangaro.com/CUSO2014/Cybernetics_Book_of_Models-v4.6b-complete.pdf. Acesso em: 16 mar. 2019.

EDMONDS, Jeff. **How to Think About Algorithms**. Cambridge: Cambridge University Press, 2008. 464 p.

ELLUL, J. *The technological society*. New York: Vintage Books, 1964. Trad. de La technique ou l'enjeu du siècle, 1954.

ERICKSON, Jeff. **Algorithms**. Illinois: Independently Published, 2019. 472 p. Disponível em: <http://jeffe.cs.illinois.edu/teaching/algorithms/>. Acesso em: 15 jun. 2019.

ESPING-ANDERSEN, G. As três economias políticas do welfare state. *Revista Lua Nova*, São Paulo, CEDEC, Marco Zero, n. 24, p. 85-116, 1991.

EUBANKS, Virginia. **Automating Inequality**: how high-tech tools profile, police, and punish the poor. -: St. Martin'S Press, 2018. 283 p.

EUCLIDES. **Os Elementos**. São Paulo: Unesp, 2009. 600 p. Tradução Irineu Bicudo.

FEENBERG, Andrew. **Teoria Crítica da Tecnologia: um panorama**. 2005. Disponível em: http://www.sfu.ca/~andrewf/feenberg_luci.htm. Acesso em: 05 mar. 2020.

FEENBERG, Andrew. **Tecnologia, modernidade e democracia**. Lisboa: MIT Portugal/IN+/Inovatec, 2015a

FEENBERG, Andrew, **O que é Filosofia da Tecnologia?** 2015b. Disponível em: https://www.sfu.ca/~andrewf/Feenberg_OQueEFilosofiaDaTecnologia.pdf. Acesso em: 05 mar. 2019.

FEENBERG, Andrew, **ENTRE A RAZÃO E A EXPERIÊNCIA**: Ensaio sobre tecnologia e modernidade. [s.i.]: Mit Press, 2017. 427 p.

FEENBERG, Andrew. **Transforming technology**: a critical theory revisited. Oxford: Oxford University Press, 2002. (Ed. revisada de *Critical theory of technology*, 1991).

FERRARA, Emilio; WANG, Weng-Qiang; VAROL, Onur; FLAMMINI, Alessandro; GALSTYAN, Aram. Predicting online extremism, content adopters, and interaction reciprocity. In: 8th Intl. Conf., SocInfo 2016, Bellevue, WA, USA. *Social Informatics*. 2016. p.22–39.

FERRARI, Fabricio; CECHINEL, Cristian. **INTRODUÇÃO A ALGORITMOS E PROGRAMAÇÃO**. 2014. Disponível em: <https://www.ferrari.pro.br/home/documents/FFerrari-CCechinel-Introducao-a-algoritmos.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2019.

FRIEDMAN, Batya; NISSENBAUM, Helen. Bias in computer systems. **Acm Transactions On Information Systems (tois)**, [s.l.], v. 14, n. 3, p. 330-347, jul. 1996. Association for Computing Machinery (ACM). <http://dx.doi.org/10.1145/230538.230561>.

FONTES, Virgínia. Capitalismo em tempos de uberização: do emprego ao trabalho. **Marx e O Marxismo**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 8, p. 45-67, 2017.

FORRESTER, Jay W., 1973. *World Dynamics*, (2 ed.). Portland, OR: Productivity Press. 144 pp.

FOUCAULT, M. **Microfísica do poder**. Rio de Janeiro: Edições Graal, 1979.

FOUCAULT, M. **La Naissance de la clinique**. Une archéologie du regard médical. 1988. Paris: Gallimard.

FOUCAULT, M. *Historia da sexualidade: a vontade de saber*. Rio de Janeiro: Graal, 1988. v. I. nascimento da clínica. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1977].

GAMA, Ruy. *A Tecnologia e o trabalho na história*. São Paulo: Nobel/Edusp, 1986.

GAMBETTA, Daniele. *Datacrazia. Política, cultura algorítmica e conflitti al tempo dei big data*. D Editore. 2018. 360 p.

GEERTZ, Clifford. 1989. *A interpretação das culturas*. Rio de Janeiro: LTC.

GEHLEN, A. *Man in the age of technology* (orig. 1949). New York: Columbia University Press, 1980.

GEORGIU, Stratis. **POST-CYBERNETIC ARCHITECTURE**. 2016. Disponível em: <http://www.nomad-rnd.net/portfolio/post-cybernetic-architecture/>. Acesso em: 08 ago. 2019.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo (Org.). *Métodos de pesquisa*. Coordenado pela Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS e pelo Curso de Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GILLESPIE, T.. *The Relevance of Algorithms*: 2013. Disponível em: https://www.microsoft.com/en-us/research/wp-content/uploads/2014/01/Gillespie_2014_The-Relevance-of-Algorithms.pdf. Acesso em jun. 2019.

GLUCHOFF, A., 2011. Artillerymen and mathematicians: Forest Ray Moulton and changes in American exterior ballistics, 1885–1934. *Hist. Math.* 38 (4), 506–547.

GONZÁLEZ DE GÓMEZ, M. N. Regime de informação: construção de um conceito. *Informação & sociedade: estudos*, João Pessoa, v. 22, n. 3, p. 43-60, 2012b. Disponível em: <http://www.ies.ufpb.br/ojs/index.php/ies/article/view/14376> Acessado em mai. 2018

GONZÁLEZ, Jaime Fonseca; ROBAYO, Brigitte Johana Sánchez. Algunas relaciones entre algoritmos y resolución de problemas. **Ted**: Tecné, Episteme y Didaxis, [s.l.], n. 28, p. 73-87, 26 jul. 2010. Universidad Pedagógica Nacional. <http://dx.doi.org/10.17227/ted.num28-1075>. Disponível em: <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/1075>. Acesso em: 13 out. 2019.

GOUX, J. J.. *Economie et symbolique: Freud, Marx*. 1973. Paris: .ditions du Seuil.

GRACIANO, Andréa. **Personalizando com algoritmos**: projeto de design para criação de peças únicas. 2017. 113 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Design, Ppgd, Universidade Anhembí Morumbi, São Paulo, 2017.

GROHMANN, Rafael. Financeirização, midiaticização e dataficação como sínteses sociais. **Inmediaciones de La Comunicación**, [s.l.], v. 14, n. 2, p. 97-117, 27 dez. 2019. Universidad ORT Uruguay. <http://dx.doi.org/10.18861/ic.2019.14.2.2916>.

GROHMANN, Rafael. Plataformização do trabalho: entre a dataficação, a financeirização e a racionalidade neoliberal. **Revista Eptic**, Sergipe, v. 22, n. 1, p. 106-122, Jan-Abr 2020.

HARARI, Yuval Noah. **Homo Deus: Uma breve história do amanhã**. São Paulo: Companhia das Letras, 2016. 477 p.

HARARI, Yuval Noah. **21 LIÇÕES PARA O SÉCULO 21**. São Paulo: Companhia das Letras, 2018. 446 p.

HARAWAY, D.. Manifesto Ciborgue: Ciência, tecnologia e feminismo-socialista no final do século XX. In: Tadeu, T.(Org.) *Antropologia do ciborgue: as vertigens do pós-humano*. Belo Horizonte: Autêntica, 2009. Pp 33-118.

HARAWAY, Donna J., “Manifesto ciborgue: ciência, tecnologia e feminismo-socialista no final do século XX”. In: *SILVA, Tomaz T. (Org.). Antropologia do ciborgue: As vertigens do pós-humano. Belo Horizonte: Autêntica. 2000.*

HENCKEL, Vitor. Bots? Robôs? Que isso? Como assim?. 2018. Disponível em: <<https://medium.com/botsbrasil/bots-robôs-que-isso-como-assim-4a3afc50f16b>>. Acesso em: 22 abr. 2019

HEYLIGHEN, Francis; Joslyn, Cliff. Cybernetics and Second-Order Cybernetics in: R.A. Meyers (ed.), *Encyclopedia of Physical Science & Technology* (3rd ed.), (Academic Press, New York, 2001).

HOROWITZ, Ellis; SAHNI, Sartaj; RAJASEKARAN, Sanguthevar. **Fundamentals of Computer Algorithms**. United States: Galgotia Publications, 1998. 777 p. Disponível em: <https://kailash392.files.wordpress.com/2019/02/fundamentalsof-computer-algorithms-by-ellis-horowitz.pdf>. Acesso em: 07 abr. 2020.

HUWS, Ursula. Mundo material: o mito da economia imaterial. : o mito da economia imaterial. **Mediações - Revista de Ciências Sociais**, [s.l.], v. 16, n. 1, p. 24-54, 13 set. 2011. Universidade Estadual de Londrina. <http://dx.doi.org/10.5433/2176-6665.2011v16n1p24>.

JENKINS, Henry. Cultura da **Convergência**. São Paulo: Aleph, 2008. (trad. Susana Alexandria).

JOUSSET-COUTURIER, Béatrice. Le transhumanisme: faut-il avoir peur de l'avenir. Paris: Eyrolles, 2016.

KHWARIZMI, Muhammad Ibn Musá. The algebra of Mohammed ben Musa. **Edited and translated by Frederic Rosen**. London: London Printed For The Oriental Translation Fund And Sold By J. Murray, 1831. 378 p. Disponível em: <https://archive.org/details/algebraofmohamme00khuwuoft/page/n10/mode/2up> Acessado em: 14 mar 2019

KLEINBERG, Jon; TARDOS, Eva. **Algorithm Design: 1**. [s.i.]: Addison-wesley Professional, 2005. 864 p

KNUTH, Donald E.. **ALGORITHMS IN MODERN MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE**. 1980. Disponível em: <http://i.stanford.edu/pub/cstr/reports/cs/tr/80/786/CS-TR-80-786.pdf>>. Acesso em: 25 jul. 2019.

KNUTH, Donald E.. **The Art of Computer Programming (TAOCP)**. United States: Addison-wesley Professional, 1968-contínuo.

KNUTH, Donald E.. *The art of computer programming, volume 2 (3rd ed.): seminumerical algorithms*. United States: Addison-wesley Professional, 1997

KOWALSKI, Robert. **Algorithm = Logic + Control**. 1979. Disponível em: <https://www.doc.ic.ac.uk/~rak/papers/algorithm%20=%20logic%20+%20control.pdf>>. Acesso em: 13 maio 2019.

KOWALTOWSKI, Tomasz. **Von Neumann**: suas contribuições à computação. suas contribuições à Computação. 1996. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ea/v10n26/v10n26a22.pdf>. Acesso em: 05 mar. 2020.

KURZWEI, Ray. **The Singularity Is Near**: when humans transcend biology. London: Penguin Books, 2005. 672 p.

LANGLOIS, Ganaele. Participatory culture and the new governance of communication: The paradox of participatory media. *Television & New Media*, n. 2, p. 91-105, 2013, 14 v.

LATOUR, Bruno. **Reassembling the Social**: an introduction to actor-network-theory. Oxford: Oxford University Press, 2005. 300 p.

LATOUR, Bruno. **Esperança de Pandora**: ensaios sobre a realidade dos estudos científicos. São Paulo: Editora Unesp, 2017. 385 p.

LEMONS, M. G.. **Ciberfeminismo**: Novos discursos do feminino em redes eletrônicas. 2009. 129 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Comunicação e SemiÓtica, Puc-sp, São Paulo, 2009. Disponível em: https://tecno.cienciassociais.ufg.br/up/410/o/Dissertação_-

[_Ciberfeminismo__novos_discursos_do_feminino_em_redes_eletrônicas.pdf>](#). Acesso em: 13 out. 2019

LÉVY, P. *Cibercultura*. Lisboa: Instituto Piaget, 1997

LÉVY, P. *A inteligência coletiva: por uma antropologia do ciberespaço*. 4. ed. São Paulo: Loyola, 2003.

LÉVY-LEBOYER, C. *A crise das motivações*. São Paulo: Atlas, 1994, p. 50.

LIEBER, Renato Rocha. **TEORIA DE SISTEMAS**. 2001. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/311023676_TEORIA_DE_SISTEMAS. Acesso em: 10 maio 2019.

LIMA, D.L.; QUELUZ, G.L. *tecnologia e a educação tecnológica: elementos para uma sistematização conceitual*. 2005. Disponível em: http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/2010/Pedagogia/atecnologiaedtecnologicaok.pdf Acessado em mai. 2019

LUNA, Sergio Vasconcelos de. *Planejamento de pesquisa: uma introdução*. São Paulo: EDUC, 1997.

LYON, David (2003). “Surveillance as Social Sorting: Computer Codes and Mobile Bodies.” In *Surveillance as Social Sorting: Privacy, Risk, and Digital Discrimination*. Ed. David Lyon. New York, NY: Routledge.

MALAPI-NELSON, Alcibiades. *Pre-Cybernetic Context: An Early Twentieth-Century Ontological Displacement of the Machine*. **The Nature Of The Machine And The Collapse Of Cybernetics**, [s.l.], p.81-112, 2017. Springer International Publishing. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-54517-2_4.

MACCORMICK, John. *Nine Algorithms That Changed the Future: The Ingenious Ideas That Drive Today's Computers*. Princeton: Princeton University Press, 2012.

MARCUSE, Herbert, *Eros e civilização*, Rio de Janeiro, Zahar Editores, 1978, p.15. Doravante, EC.

MARÍ, Ricardo Peña. **De Euclides a Java**: Historia de los algoritmos y de los lenguajes de programación. Espanha: Nivola, 2006. 254 p.

MASARO, Leonardo. *Cibernética = ciência e técnica*. 2010. 213 p. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Campinas, SP. Disponível em: <<http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/278736>>. Acesso em: 15 ago. 2018.

MATOS, K. S. L.; VIEIRA, S. L. *Pesquisa Educacional: o prazer de conhecer*. Fortaleza: Demócrito Rocha, UECE, 2001.

MEADOWS, Donella. *Thinking in Systems: A Primer*. Chelsea Green Publishing. 2008

MENDONÇA, Mario. **Fundamentos do Controle**. 2011. Disponível em: <https://www2.unifap.br/mariomendonca/files/2011/05/FUNDAMENTOS-DO-CONTROLE.pdf>. Acesso em: 01 fev. 2020.

MELLO, Rogério Luís Marques; DE LAZARI, Rafael José Nadim. A Desmaterialização do Dinheiro. **Revista da Procuradoria-Geral do Banco Central**, [S.l.], v. 13, n. 2, p. 11-25, maio 2020. ISSN 1982-9965. Disponível em: <https://revistapgbcbcb.gov.br/index.php/revista/article/view/1037>>. Acesso em: 16 jul. 2020.

MILLER, Brad; RANUM, David. **Problem Solving with Algorithms and Data Structures: release 3.0**. Release 3.0. 2013. Disponível em: <https://www.cs.auckland.ac.nz/compsci105s1c/resources/ProblemSolvingwithAlgorithmsandDataStructures.pdf>. Acesso em: 26 nov. 2019.

MISHRA, Bhubaneswar. **Algorithmic Algebra** (Monographs in Computer Science). 3. ed. New York: Springer, 1993. 420 p

MIYAZAKI, Shintaro “Algorhythmics: Understanding Micro-Temporality in Computational Cultures.” *Computational Culture* 2 (28 September 2012). <http://computationalculture.net/algorhythmics-understanding-micro-temporality-in-computational-cultures/>.

MORAES, Paulo Sérgio de. **Lógica de Programação**. 2000. Disponível em: <http://professores.dcc.ufla.br/~monserrat/download/logica.pdf>. Acesso em: 07 ago. 2019.

MORIN, Edgar. O Método I. A natureza da natureza. 1977. Mem Martins: Pub. Europa América.

NOBLE, Safiya Umoja. **Algorithms of Oppression: how search engines reinforce racism**. Nyu Press, 2018. 256 p.

O'CONNOR, J.j.; ROBERTSON, E.f. **Abu Jafar Muhammad ibn Musa Al-Khwarizmi**. 2009. Disponível em: <https://matcalc.blogspot.com/2009/11/al-khwarizmi.html>. Acesso em: 11 jun. 2019.

OLIVEIRA, Diego Viana de. A técnica como modo de existência em Gilbert Simondon: tecnicidade, alienação e cultura. Curitiba: Dois Pontos, volume 12, número 01, 2015. p. 83-98.

O'NEIL, Cathy. **Armas de destrucción matemática: Cómo el Big Data aumenta la desigualdad y amenaza la democracia**. Madrid: Capitán Swing Libros S.l., 2018. 352 p. ISBN-10: 8494740849.

ORTH, Afonso Inácio. Algoritmos. Porto Alegre: Editora Pallotti, 1985. 130p.

OTTERLO, M.A VAN. **Machine learning view on profiling**. In: HILDEBRANDT, M., DE VRIES, K. (eds), Privacy, Due Process and the Computational Turn. Philosophers of Law Meet Philosophers of Technology, Routledge, 2013.

OTTE, Michael. **O formal, o social e o subjetivo**: uma introdução à filosofia e à didática da matemática. São Paulo: Editora Unesp, 1993. 323 p.

PACEY, A. B. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 1983. 210 p.

PALACIOS, E. M. García *et al* (org.). **Introdução aos estudos CTS (Ciência, tecnologia e sociedade)**. -: Cadernos Ibero-América, 2003. 170 p.

PANGARO, Paul. **Cybernetics**: a definition. A Definition. 2006. Disponível em: <https://www.pangaro.com/definition-cybernetics.html>. Acesso em: 6 mar. 2020.

PASQUINELLI, Matteo. Capitalismo Maquínico e Mais-Valia de Rede: notas sobre a economia política da máquina de Turing. Lugar Comum – Estudos de Mídia, Cultura e Democracia, Rio de Janeiro/RJ, n. 39, 2013, p. 13-36.

PASQUINELLI, Matteo. **How A Machine Learns And Fails**: a grammar of error for artificial intelligence. A grammar of error for artificial intelligence. 2019. Disponível em: https://monoskop.org/images/1/12/Pasquinelli_Matteo_2019_How_a_Machine_Learns_and_Fails_A_Grammar_of_Error_for_Artificial_Intelligence.pdf. Acesso em: 13 dez. 2019.

PEREIRA, Noé Garrocho Aço. **O interface cibernético e a mediação utilizador/espço**: evolução na arquitectura a partir da segunda metade do séc xx. 2013. 142 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitectura e Urbanismo, Escola Superior Gallaecia, Portugal, 2013.

PEREIRA, Pedro. **Fluxograma, Diagrama de Chapin, Pseudocódigo**. nd. Disponível em: <https://sites.google.com/site/orientadorpedroperreira/Home/logicadeprogramacao/fluxograma-diagrama-de-chapin-pseudocodigo>. Acesso em: 06 dez. 2019.

PIDD, M. Modelagem empresarial: ferramentas para tomada de decisão. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. Ciência, Tecnologia e Sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. Revista Ciência & Educação, v. 13, n. 1, p. 71-84, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v13n1/v13n1a05.pdf>>. Acessado em jun 2019.

PINTO, Márcio Vasconcelos; AQUINO, Ellen Larissa de Carvalho; RONDON, Thiago; MOREAS JUNIOR; CARLOS A.; KOGAN, Ariel. Desinformação em eleições: desequilíbrios acelerados pelas tecnologias. São Paulo, 2018.

PIZZANI, Luciana; SILVA, Rosemary Cristina da; BELLO, Suzelei Faria; HAYASHI, Maria Cristina Piumbato Innocentini. A arte da pesquisa bibliográfica na busca do conhecimento. **Rev. Dig. Bibl. Ci. Inf**, Campinas, v.10, n.1, p.53-66, jul./dez. 2012. Disponível em: <<http://polaris.bc.unicamp.br/seer/ojs/index.php/rbci/article/view/522>>. Acesso em: 31 dez. 2019.

POLYA, G. (2002). Cómo plantear y resolver problemas. Trillas.

PREMEBIDA, A.; NEVES, F. M.; ALMEIDA, J.. Estudos sociais em ciência e tecnologia e suas distintas abordagens. *Sociologias*, [s.l.], v. 13, n. 26, p.22-42, 2011. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1517-45222011000100003>.

RAMAGE, Magnus; SHIPP, Karen. **Systems Thinkers**. 2009. London: Open University/Springer-Verlag.

RAMAKRISHNAN, R.; GEHRKE, J. Sistemas de gerenciamento de bancos de dados. 3. ed. Porto Alegre: McGraw Hill, 2008.

REHFELDT, G. K. **Polissemia e campo semântico: estudo aplicado aos verbos de movimento**. 1980. Porto Alegre: EDURGS/FAPA/FAPCCA

RIBEIRO, Leila; FOSS, Luciana; CAVALHEIRO, Simone André de Costa. **Entendendo o Pensamento Computacional**. 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/318121300_Entendendo_o_Pensamento_Computacional. Acesso em: 18 abr. 2020.

RICARTE, Ivan Luiz Marques. **Organização de Computadores**. 1999. Disponível em: <http://www.dca.fee.unicamp.br/courses/EA960/>. Acesso em: 15 dez. 2019.

RICHTERICH, Annika. **THE BIG DATA AGENDA: data ethics and critical data studies**. Londres: University Of Westminster Press, 2018. 156 p.

ROMANZOTI, N.. Ada Lovelace, a primeira programadora do mundo. 2012. Disponível em: <http://semanasaj.softplan.com.br/wp-content/uploads/2012/12/programadora.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2019.

ROUVROY, Antoinette; BERNS, Thomas. Governamentalidade algorítmica e perspectivas de emancipação: o dispar como condição de individuação pela relação?. **Revista Eco PÓS**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 2, p. 36-56, 2015.

ROUVROY, Antoinette. Privacy, Due Process and the Computational Turn. 2014. *Philosophers of Law Meet Philosophers of Technology*, Mireille Hildebrandt & Ekatarina De Vries (eds.), Routledge.

RUSSEL, S.; NORVIG, P. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Prentice-Hall Inc., 1995.

SADIN, Éric. *La vie algorithmique: critique de la raison numérique*. 2015. Paris: L'Echappée Editions.

SANTAELLA, L. A leitura fora do livro. 1997. Disponível em: <http://www.pucsp/~cospuc/epe/mostra/santaella.htm>. Acessado em mai. 2018.

SANTOS, José. J. Horta. *Automação industrial: uma introdução*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1979. p. 10.

SANTOS, Laymert Garcia dos. **A informação após a virada cibernética**. 2012. Disponível em: https://cteme.files.wordpress.com/2012/02/laymert_4.pdf. Acesso em: 07 dez. 2019.

SANTOS, Laymert Garcia dos. **O ser digital e a virada cibernética**. 2017. Disponível em: <https://www.laymert.com.br/o-ser-digital-e-a-virada-cibernetica/>. Acesso em: 15 out. 2019.

SAYGIN, Ayse P.; CICEKLI, Ilyas.; AKMAN, Varol. Turing Test: 50 years later. **Minds and Machines**, v. 10, n. 4, p. 463-518. 2000.

SCHIEBINGER, L.. O feminismo mudou a ciência? Bauru-SP, EDUSC, 2001. p.24

SCHOLZ, Trebor. **Cooperativismo de plataforma: contestando a economia do compartilhamento corporativa**. São Paulo: Fundação Rosa Luxemburgo; Editora Elefante; Autonomia Literária, 2016 96 pp.

SCHWARTZ, Juliana; CASAGRANDE, Lindamir Salete; LESZCZYNSKI, Sonia Ana Charchut and CARVALHO, Marília Gomes de. **Mulheres na informática: quais foram as pioneiras?**. *Cad. Pagu* [online]. 2006, n.27, pp.255-278. ISSN 0104-8333. <https://doi.org/10.1590/S0104-83332006000200010>.

SEAVER, Nick. **Knowing algorithms**. 2013. Disponível em: <https://static1.squarespace.com/static/55eb004ee4b0518639d59d9b/t/55ece1bfe4b030b2e8302e1e/1441587647177/seaverMiT8.pdf>. Acesso em: 22 jul. 2019.

SEAVER, Nick. Algorithms as culture: some tactics for the ethnography of algorithmic systems. **Big Data & Society**, [s.l.], v. 4, n. 2, p. 205395171773810, 9 nov. 2017. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.1177/2053951717738104>.

SILVA, E. L. da; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. Florianópolis: UFSC, 2005. 138 p. Disponível em: <www.posarq.ufsc.br/download/metPesq.pdf>. Acesso em: 04 set. 2007.

SILVA, Sivaldo Pereira da. Algoritmos, comunicação digital e democracia. **Cultura Digital, Internet e Apropriações Políticas: Experiências, desafios e horizontes**, [s.l.], p.29-43, 2017. Folio Digital. <http://dx.doi.org/10.24328/2017/5473.004/02>.

SILVA, Tarcízio (org.). **Comunidades, Algoritmos e Ativismos Digitais: olhares afrodiaspóricos**. LiterARUA: São Pualo, 2020.

SILVEIRA, Sergio Amadeu da. **Democracia e os códigos invisíveis: como os algoritmos estão modulando comportamentos e escolhas políticas**. São Paulo: Edições Sesc Sp, 2019.

SIMONDON, Gilbert.. Introduction. In: *L'individuation à la lumière des notions de forme et d'information*. 2005. Paris: Édition Jérôme Millon, pp. 23-36.

SIMONDON, Gilbert. On the mode of existence of technical Objects. IN: MELLAMPHY, N. (trad.) University of Western Ontario, 1980.

SIMONDON, Gilbert. **L'individu et sa génèse physico-biologique**. Epiméthée, Paris, Presses Universitaires de France, 1964

- SIQUEIRA, Marcelo F.; COSTA, Umberto S.; BONICHON, Richard. **Algoritmos**. 2015. Disponível em: <https://www.dimap.ufrn.br/~richard/pubs/dim0320/readings/dim0320.pdf>. Acesso em: 07 ago. 2019.
- SLEE, Tom. **Uberização: a nova onda do trabalho precarizado**. Tradução de João Peres; notas de edição Tadeu Breda, João Peres. São Paulo: Elefante, 2017.
- SMITH, Merritt Roe; MARX, Leo. Does technology drive history?: The Dilemma of Technological Determinism, Cambridge: MIT Press, 1994.
- SRNICEK, Nick. **Platform Capitalism**. 2016. Cambridge and Malden: Polity Press, 120 pp.
- STAIR, Ralph M.; REYNOLDS, George W. **Princípios de Sistemas de Informação**. 2011. Ed.: Cengage Learning
- STERMAN, John. **Business Dynamics: systems thinking and modelling for a complex world**. McGraw-Hill. 2000.
- STERMAN, John. All models are wrong: reflections on becoming a systems scientist. *System Dynamics Review* Vol. 18, No. 4, (Winter 2002): 501–531
- STERMAN, John. System dynamics at sixty: the path forward. *System Dynamics Review* vol 34, No 1-2 (January-June 2018): 5–47
- STIEGLER, Bernard. **The Age of Disruption: Technology and Madness in Computational Capitalism**. Polity Press, 380 p.
- STRIEDER, R. B.; KAWAMURA, M.R.D. Educação CTS: Parâmetros e Propósitos Brasileiros. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 10, n. 1, maio. 2017, p. 27-56.
- STRIPHAS, T. Algorithmic culture. *European Journal of Cultural Studies*. 2015, vol. 18 (4-5), pp. 395-412.
- TABAK, Fanny. **O laboratório de Pandora: Estudos sobre a ciência no feminino**. Rio de Janeiro, Garamond, 2002.
- TAVARES, João Nuno. O algoritmo de Euclides. **Revista de Ciência Elementar**, [s.l.], v. 6, n. 3, p.1-3, 30 set. 2018. ICETA. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.24927/rce2018.056>. Acesso em:
- TAKAHASHI, Tadao (Org.). **Sociedade da informação no Brasil: livro verde**. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2000.
- TEIXEIRA, Gabriel Giaretta; FRANCINE, Paula; MUNIZ, Jonathan. **Fluxogramas, diagrama de blocos e de Chapin no desenvolvimento de algoritmos**. 2013. Disponível em: <https://www.devmedia.com.br/fluxogramas-diagrama-de-blocos-e-de-chapin-no-desenvolvimento-de-algoritmos/28550>. Acesso em: 10 ago. 2019.

TENE, Omer; POLONETSKY, Jules, Big Data for All: Privacy and User Control in the Age of Analytics, 11 Nw. J. Tech. & Intell. Prop. 239 (2013).

TOLLE, KRISTIN M.; TANSLEY, D. STEWART W.; HEY, ANTHONY J. G. (2009). *The Fourth Paradigm: Data Intensive Scientific Discovery*, Redmond, WA: Microsoft.

TOTARO, Paolo; NINNO, Domenico. The Concept of Algorithm as an Interpretative Key of Modern Rationality. **Theory, Culture & Society**, [s.l.], v. 31, n. 4, p. 29-49, 17 mar. 2014. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.1177/0263276413510051>.

TURING, Alan. Computing Machinery and Intelligence. **Mind**. v. 47, p. 433-460. 1950.

ULLMANN, S.. **Semântica**: uma introdução à ciência do significado. 1964. Tradução de J. A. Osório Mateus. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

UNESCO. **I'd Blush If I Could**. 2020. Disponível em: <https://en.unesco.org/Id-blush-if-I-could>. Acesso em: 10 out. 2020.

URICCHIO, William. Data, Culture and the Ambivalence of Algorithms. In: SCHÄ-FER, Mirko Tobias; ES, Karin van (Org.). *The Datafied Society: Studying Culture through Data*. Amsterdam: Amsterdam University Press, p. 125-138, 2017.

VAN COUVERING, Elizabeth. Is Relevance Relevant? Market, Science, and War: discourses of search engine quality. **Journal Of Computer-mediated Communication**, [s.l.], v. 12, n. 3, p. 866-887, abr. 2007. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1111/j.1083-6101.2007.00354.x>.

VASSÃO, Caio Adorno. **Metadesign**: Ferramentas, estratégias e ética para a complexidade. Coleção pensando o design. Carlos Zibel Costa (org.). São Paulo: Blucher, 2010.

VERKERK, Maarten J. *et al.* **Filosofia da Tecnologia**: uma introdução. Viçosa: Ultimato, 2018. 384 p.

VIEIRA, Euripedes Falcão. A sociedade cibernética. **Cadernos Ebape.br**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 2, p. 1-10, 2 jun. 2016. Disponível em: http://novo.more.ufsc.br/artigo_revista/inserir_artigo_revista. Acesso em: 05 maio 2019.

VILAÇA, Murilo Mariano; DIAS, Maria Clara Marques. Transumanismo e o futuro (pós)humano. **Physis**: Revista de Saúde Coletiva, [s.l.], v. 24, n. 2, p. 341-362, 2014. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-73312014000200002>.

WACHTER-BOETTCHER, Sara. **Technically Wrong**: sexist apps, biased algorithms, and other threats of toxic tech. -: W. W. Norton & Company, 2017. 232 p.

WALDROP, Mitchell M. *Complexity -the emerging science at the edge of order and chaos*, Simon & Shuster, New York, 1992, 359 pages.

WHITWORTH, Brian; AHMAD, Adnan. Socio-Technical System Design. 2013. **The Encyclopedia of Human-Computer Interaction 2nd Ed**. Disponível em:

<<https://www.interaction-design.org/literature/book/the-encyclopedia-of-human-computer-interaction-2nd-ed/socio-technical-system-design>>. Acesso em: 4 abr. 2019.

WIENER, N. (1948). *Cybernetics; or control and communication in the animal and the machine*. John Wiley.

WINNER, Langdon. Do Artifacts Have Politics?. In WINNER, L. *The Whale and the Reactor – A Search for Limits in an Age of High Technology*. Chicago: The University of Chicago Press, 1986 p. 19-39.

YANOFSKY, Noson S. **Towards a Definition of an Algorithm**. 2006. Disponível em: <https://arxiv.org/pdf/math/0602053.pdf>. Acesso em: 17 out. 2019.

YEHYA, N. **El cuerpo transformado**. *Cyborgs y nuestra descendencia tecnológica en la realidad y en la ciencia*. Paidós Amateurs, México, 2001. 230 páginas.

YEUNG, Karen. Algorithmic regulation: a critical interrogation. **Regulation & Governance**, [s.l.], v. 12, n. 4, p. 505-523, 31 jul. 2017. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/rego.12158>.

YEUNG, Karen; HOWES, Andrew; POGREBNA, Ganna. AI Governance by Human Rights-Centred Design, Deliberation and Oversight: an end to ethics washing. **Ssrn Electronic Journal**, [s.l.], v. -, n. -, p. 1-27, 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3435011>.

ZIEWITZ, Malte. Governing Algorithms: Myth, Mess and Methods. **Science, Technology, & Human Values**, [s.l.], v. 41, n. 1, p. 3-16, 30 set. 2015. SAGE Publications. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1177/0162243915608948>. Acesso em:

ZUBOFF, Shoshana. **Big other**: capitalismo de vigilância e perspectivas para uma civilização de informação. (trad. De Cruz e Cardoso) In: BRUNO, F. et. al. (Orgs.) *Tecnopolíticas da vigilância: perspectivas da margem*. São Paulo: Boitempo, 2018. p. 17-67

ZUIN, Vânia Gomes; ZUIN, Antônio Álvaro Soares. A indústria cultural algorítmica na era da Internet das Coisas. **Educação e Filosofia**, [s.l.], v. 32, n. 66, p. 1-17, 30 dez. 2018. EDUFU - Editora da Universidade Federal de Uberlândia. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14393/revedfil.issn.0102-6801.v32n66a2018-07> Acessado em Janeiro/2020

ANEXO I

Histórico dos algoritmos - Descrição de diversos eventos que influenciaram o desenvolvimento e a compreensão do algoritmo ao longo da história.

Antes Não formalização do algoritmo. Organização do pensamento ou através da escrita sobre "receitas" (sobre culinária, rituais, agricultura e outros tipos de temas como willa e maia)

3000 a.C. Criação de símbolos para representativos das ações humanas.

2000 a.C. Os babilônios inventam o sistema sexagesimal.

1700-2000 a.C. Os egípcios desenvolvem os primeiros algoritmos conhecidos para multiplicar dois números

1700 a.C. Criação das letras para representar sons individuais.

1600 a.C. Demócrito de Abdera encontra a fórmula para calcular o volume da pirâmide.

1400 a.C. Ahmad al-Qalqashandi fornece uma lista de cifras em seu Subh al-a'sha que incluem substituição e transposição e, pela primeira vez, uma cifra com múltiplas substituições para cada letra em texto simples; ele também dá uma exposição e exemplo trabalhado de criptoanálise, incluindo o uso de tabelas de frequências de letras e conjuntos de letras que não podem ocorrer juntos em uma palavra

1025 a.C. Ibn al-Haytham (Alhazen), foi o primeiro matemático a derivar a fórmula para a soma das quarta potências e, por sua vez, desenvolve um algoritmo para determinar a fórmula geral para a soma de quaisquer potências integrais, fundamental para o desenvolvimento do cálculo integral.

850 a.C. Algoritmos de análise de criptografia e análise de frequência desenvolvidos por Al-Kindi (Alkindus) em Um manuscrito para decifrar mensagens criptográficas, que contém algoritmos para quebrar criptografias e cifras.

750-850 a.C. Al-Khawarizmi descreveu algoritmos para resolver equações lineares e quadráticas em sua Álgebra; a palavra algoritmo vem do nome dele (825 a.C. - Al-Khawarizmi descreveu o algoritmo, algoritmos para usar o sistema de numeração hindu-árabe, em seu tratado Sobre o cálculo com números hindus, que foi traduzido para o latim como Algoritmi de numero Indorum, da qual "Algoritmi", a tradução do tradutor para o nome do autor, deu origem à palavra algoritmo (algoritmo latino), com o significado de método de cálculo.

408 a.C. Eudoxo inventou o método para demonstrar uma forma rigorosa, o cálculo de áreas e volumes utilizando aproximações sucessivas.

384 - 322 a.C. Aristóteles descreveu o silogismo, um método de pensamento formal e mecânico e teoria do conhecimento em *The Organon*.

300 a.C. Euclides inventou o algoritmo para calcular o máximo comum divisor dos números, n e m (MCD)

260 a.C. Porfírio de Tyros escreveu *Isagogê*, que categorizou o conhecimento e a lógica.

222 a.C. Apolônio de Pergeio, desenvolveu o tratado sobre as funções cônicas e os nomes da elipse, parábola e hipérbole.

D.C.

1170-1250 Leonardo de Pisa ou Leonardo de Fibonacci, gerou o algoritmo para sucessão dos números de Fibonacci, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, ...

1550-1617 John Napier desenvolve método para realizar cálculos usando logaritmos

1592-1635 Máquinas calculadoras de Wilhelm Schickard

1596-1650 René Descartes criou a geometria analítica

1620 Sir Francis Bacon desenvolve a teoria empírica do conhecimento e introduz a lógica indutiva em seu trabalho *The New Organon*, uma peça sobre o título de Aristóteles, *The Organon*.

1623-1662 Blaise Pascal inventou a Pascalina, considerada uma das primeiras calculadoras.

1642-1727 Isaac Newton desenvolveu o teorema do binômio ou coeficiente binomial

1646-1716 Gottfried Leibniz criou o conceito de matriz, para organizar os coeficientes de um sistema de equações em linhas e colunas. Gottfried Leibniz melhorou as máquinas anteriores, fazendo com que o *Stepped Reckoner* fizesse multiplicação e divisão. Ele também inventou o sistema numérico binário e imaginou um cálculo universal de raciocínio (alfabeto do pensamento humano) pelo qual os argumentos poderiam ser decididos mecanicamente. Leibniz trabalhou na atribuição de um número específico para todo e qualquer objeto do mundo, como um prelúdio para uma solução algébrica para todos os problemas possíveis

1706 John Machin desenvolve uma série de tangente inversa de convergência rápida para π e calcula π com 100 casas decimais

1736-1813 Joseph Louis de Lagrange, em sua obra “*Mecânica Analítica*” criou equações de Lagrange para sistemas dinâmicos.

1749-1827 Pierre Simón Laplace escreveu a obra “*Teoria Analítica das Probabilidades*” (1812).

1789 Jurij Vega melhora a fórmula de Machin e calcula π até 140 casas decimais

1790-1801 Controle de teares por meio de cartões perfurados, de Joseph Marie Jacquard

1805 Algoritmo tipo FFT conhecido por Carl Friedrich Gauss

1815-1864 George Boole George Boole começou a "investigar as leis fundamentais das operações da mente pelas quais o raciocínio é realizado, para expressá-las na linguagem simbólica de um cálculo", apresenta em Investigação das leis do pensamento (1854) o aporte estrutural para o que se tornará a álgebra booleana (1848).

1822-1853 Projeto e desenvolvimento da máquina de diferenças de Charles Babbage (Grã Bretanha) que nunca foi terminado. Máquina de diferenças mais simples de Pehr Georg Scheutz e Edvard Scheutz (Suécia).

1833-1910 Projeto e desenvolvimento da máquina analítica de Charles Babbage, com controle por cartões perfurados, incluindo as idéias de controle condicional e iterações (não terminado). Continuação da construção da máquina por Henry Babbage, com resultados parciais.

1837 O matemático Bernard Bolzano fez a primeira tentativa moderna de formalizar a semântica. Além do Engenho analítico de Charles Babbage

1842 Ada Lovelace escreve o primeiro algoritmo para um mecanismo de computação

1862-1943 David Hilbert introduziu a noção de espaço de Hilbert, um dos pilares da análise funcional.

1890-1896 Máquina tabuladora de Herman Hollerith usada para processamento dos resultados do censo norte-americano, registrados em cartões perfurados. Fundação por Hollerith da Tabulating Machine Company, predecessora da IBM (criada em 1924).

1903 Um algoritmo Fast Fourier Transform apresentado por Carle David Tolmé Runge

1903-1957 John von Neuman desenvolveu a arquitetura de sistemas, e contribuiu com o desenvolvimento de um dos primeiros computadores elétricos.

1903-1995 Alonzo Church, um dos mais importantes teóricos da Ciência da computação no século XX, a quem se deve o conceito de Cálculo de Lambda, que definiu a ideia de Calculabilidade Efetiva.

1912-1954 Alan Mathison Turing, introduziu o conceito de máquina de computação abstrata denominada Máquina de Turing.

1913 Bertrand Russell e Alfred North Whitehead publicaram Principia Mathematica, que revolucionou a lógica formal.

1915 Leonardo Torres e Quevedo construíram um autômato de xadrez, El Ajedrecista, e publicaram especulações sobre o pensamento e os autômatos.

1926 Algoritmo de Borůvka, divisão do grafo original em vários subgrafos para os quais é calculado a *Minimum Spanning Tree* (árvore geradora mínima). Algoritmo de decomposição primário apresentado por Grete Hermann.

1931 Kurt Gödel mostrou que sistemas formais suficientemente poderosos, se consistentes, permitem a formulação de teoremas verdadeiros que não são prováveis por qualquer máquina de prova de teoremas, derivando todos os teoremas possíveis dos axiomas. Para fazer isso, ele teve que construir uma linguagem de programação universal, baseada em números inteiros, razão pela qual às vezes é chamado de "pai da ciência da computação teórica"

1934-1941 Trabalhos de Konrad Zuse (Alemanha) culminando com uma máquina eletromecânica com controle primitivo por fita de papel; seguiram-se vários modelos melhorados.

1937-1944 Trabalho de Howard Aiken e sua equipe, desenvolvido conjuntamente pela Universidade de Harvard e IBM (EUA), resultando em MARK I, um computador eletromecânico. Trabalhos de George Stibitz e seus colaboradores, da Bell Telephone Laboratories (EUA) na área de cálculos balísticos, resultando em máquina controlada por fita de papel; seguiram-se outros modelos mais avançados, com ênfase em confiabilidade e autoverificação

1938 Donal Knuth, criou a obra "A arte de Programar Computadores" tornando-se um dos maiores aportes da Ciência da Computação ao realizar trabalhos importantes na área de Análises de algoritmos e compiladores.

1941-1945 Trabalho de Alan Turing e seus colaboradores (GrãBretanha) no desenvolvimento de máquinas que ficaram conhecidas como Bombs e Colossus, dedicadas à criptoanálise. Dado o caráter sigiloso do trabalho, o desenvolvimento tornou-se conhecido somente na década de 1970.

1942-1945 Projeto e desenvolvimento do ENIAC por J. Presper Eckert e John W. Mauchly da Universidade da Pensilvânia (EUA): primeiro computador de propósito geral completamente eletrônico.

1943 Arturo Rosenblueth, Norbert Wiener e Julian Bigelow cunham o termo "cibernética". O popular livro de Wiener com esse nome, publicado em 1948.

1944-1951 Projeto e construção do EDVAC, primeiro computador com programa armazenado na memória, resultante principalmente da colaboração de John von Neumann, J. Presper Eckert e John Mauchly. O EDVAC foi utilizado até dezembro de 1962.

1945 Merge sort developed by John von Neumann

1946-1952 Projeto e construção do computador do Instituto de Estudos Avançados (IAS) de Princeton por John von Neumann e seus colaboradores.

1947 Simplex algorithm developed by George Dantzig

1947-1949 Projeto e construção do EDSAC por Maurice Wilkes da Universidade de Cambridge (Grã Bretanha), primeiro computador com programa armazenado na memória a entrar em funcionamento.

1950 Alan Turing propõe o Teste de Turing como uma medida da inteligência da máquina. Além de Isaac Asimov ter publicado suas Três Leis da Robótica.

1952 Codificação Huffman desenvolvida por David A. Huffman

1953 Reconhecimento simulado introduzido por Nicholas Metropolis

1954 Algoritmo de computador de classificação Radix desenvolvido por Harold H. Seward

1956 O algoritmo de Kruskal desenvolvido por Joseph Kruskal

1957 O algoritmo de Prim desenvolvido por Robert Prim. E o algoritmo Bellman-Ford desenvolvido por Richard E. Bellman e L.R. Ford, Jr.

No final dos anos 50, início dos anos 60, Margaret Masterman e colegas da Universidade de Cambridge projetam redes semânticas para tradução automática.

1959 O General Problem Solver (GPS) foi criado por Newell, Shaw e Simon enquanto estava na CMU. Além de que John McCarthy e Marvin Minsky fundam o MIT AI Lab. Tivemos também o algoritmo de Dijkstra desenvolvido por Edsger Dijkstra. Tipo de concha desenvolvido por Donald L. Shell. O algoritmo de De Casteljau desenvolvido por Paul de Casteljau E o Algoritmo de fatoração QR desenvolvido independentemente por John G.F. Francis e Vera Kublanovskaya

1960 Multiplicação de Karatsuba. E Ray Solomonoff lança os fundamentos de uma teoria matemática da IA introduzindo métodos bayesianos universais para inferência e previsão indutivas. Além da simbiose homem-computador por J.C.R. Licklider.

Também, temos as origens da internet remontadas a uma pesquisa encomendada pelo governo dos Estados Unidos para construir uma forma de comunicação robusta e sem falhas através de redes de computadores.

1962 Árvores AVL. Quicksort desenvolvido por C. A. R. Hoare. Algoritmo Ford – Fulkerson desenvolvido por L. R. Ford, Jr. e D. R. Fulkerson. O algoritmo de linha de Bresenham desenvolvido por Jack E. Bresenham. E o algoritmo de casamento estável de Gale-Shapley desenvolvido por David Gale e Lloyd Shapley

1964 Heapsort desenvolvido por J. W. J. Williams. E os métodos multigrid propostos pela primeira vez por R. P. Fedorenko

1965 Algoritmo de Cooley – Tukey redescoberto por James Cooley e John Tukey. Além de que Joseph Weizenbaum (MIT) construiu o ELIZA, um programa interativo que mantém um

diálogo em inglês sobre qualquer assunto. Era um brinquedo popular nos centros de IA da ARPANET quando uma versão que "simulava" o diálogo de um psicoterapeuta era programada. Temos também a Distância de Levenshtein desenvolvida por Vladimir Levenshtein. O Algoritmo Cocke – Younger – Kasami (CYK) desenvolvido independentemente por Tadao Kasami. E Algoritmo de Buchberger para computação de bases de Gröbner desenvolvido por Bruno Buchberger

1966 Algoritmo de Dantzig para o caminho mais curto em um gráfico com arestas negativas

1967 Algoritmo de Viterbi proposto por Andrew Viterbi. E algoritmo Cocke – Younger – Kasami (CYK) desenvolvido independentemente por Daniel H. Younger

1968 Um algoritmo de busca de gráficos descrito por Peter Hart, Nils Nilsson e Bertram Raphael. Também o Algoritmo Risch para integração indefinida, desenvolvido por Robert Henry Risch

1969 Algoritmo de Strassen para multiplicação de matrizes desenvolvido por Volker Strassen

1970 O algoritmo de Dinic para calcular o fluxo máximo em uma rede de fluxo por Yefim (Chaim) A. Dinitz. Algoritmo de conclusão de Knuth – Bendix desenvolvido por Donald Knuth e Peter B. Bendix.

1972 Digitalização Graham desenvolvida por Ronald Graham. E as descobertas árvores vermelho-pretas e árvores B

1973 Algoritmo de criptografia RSA descoberto por Clifford Cocks. O algoritmo de marcha Jarvis desenvolvido por R. A. Jarvis. E o algoritmo Hopcroft – Karp desenvolvido por John Hopcroft e Richard Karp

1974 Algoritmo $p - 1$ de Pollard desenvolvido por John Pollard

1975 Algoritmos genéticos popularizados por John Holland. O algoritmo rho de Pollard desenvolvido por John Pollard. O algoritmo de correspondência de cordas Aho – Corasick desenvolvido por Alfred V. Aho e Margaret J. Corasick. E a decomposição algébrica cilíndrica desenvolvida por George E. Collins

1976 Algoritmo Salamin-Brent descoberto independentemente por Eugene Salamin e Richard Brent. Além do algoritmo Knuth – Morris – Pratt desenvolvido por Donald Knuth e Vaughan Pratt e independentemente por J. H. Morris

1977 Algoritmo de pesquisa de string de Boyer-Moore para pesquisar a ocorrência de uma string em outra string.

1977 Algoritmo de criptografia RSA redescoberto por Ron Rivest, Adi Shamir e Len Adleman. Algoritmo LZ77 desenvolvido por Abraham Lempel e Jacob Ziv. Além dos métodos multigrigrid desenvolvidos independentemente por Achi Brandt e Wolfgang Hackbusch

1978 Algoritmo LZ78 desenvolvido a partir de LZ77 por Abraham Lempel e Jacob Ziv. Além do algoritmo de Bruun proposto por Georg Bruun para potências de dois

1979 O método elipsóide de Khachiyan desenvolvido por Leonid Khachiyan. E Algoritmo de árvore de decisão ID3 desenvolvido por Ross Quinlan

1980*1990 Internet moderna, utilização nas academias na década de 80 e comercialização na década de 90.

1980 Algoritmo de Brent para detecção de ciclo Richard P. Brent

1981 Peneira quadrática desenvolvida por Carl Pomerance

1983 Reconhecimento simulado desenvolvido por S. Kirkpatrick, C. D. Gelatt e M. P. Vecchi. Algoritmo de classificação e regressão em árvore (CART), desenvolvido por Leo Breiman, et al.

1984 Algoritmo LZW desenvolvido a partir de LZ78 por Terry Welch. O algoritmo de ponto interior de Karmarkar desenvolvido por Narendra Karmarkar. E ACORN_PRNG descoberto por Roy Wikramaratna e usado em particular

1985 Dinâmica molecular Car – Parrinello desenvolvida por Roberto Car e Michele Parrinello. E árvores descobertas por Sleator e Tarjan

1986 Blum Blum Shub proposto por L. Blum, M. Blum e M. Shub. Além do algoritmo de fluxo máximo push re-rotulado por Andrew Goldberg e Robert Tarjan

1987 Método multipolar rápido desenvolvido por Leslie Greengard e Vladimir Rokhlin

1988 Peneira de campo com número especial desenvolvida por John Pollard

1989 ACORN_PRNG publicado por Roy Wikramaratna

Década de 1990

1990 Peneira de campo numérica geral desenvolvida a partir de SNFS por Carl Pomerance, Joe Buhler, Hendrik Lenstra e Leonard Adleman

1991 Sincronização sem espera desenvolvida por Maurice Herlihy

1992 Algoritmo Deutsch – Jozsa proposto por D. Deutsch e Richard Jozsa. O algoritmo C4.5, um descendente do algoritmo de árvore de decisão ID3, foi desenvolvido por Ross Quinlan

1993 Algoritmo Apriori desenvolvido por Rakesh Agrawal e Ramakrishnan Srikant. E algoritmo de Karger para calcular o corte mínimo de um gráfico conectado por David Karger

1994 Algoritmo de Shor desenvolvido por Peter Shor. Transformação Burrows – Wheeler, desenvolvida por Michael Burrows e David Wheeler. Além da Agregação de bootstrap (ensacamento) desenvolvida por Leo Breiman

1995 O algoritmo AdaBoost, o primeiro algoritmo prático de reforço, foi introduzido por Yoav Freund e Robert Schapire. Também, o algoritmo da máquina de vetores de suporte de margem

suave foi publicado por Vladimir Vapnik e Corinna Cortes. Ele adiciona uma idéia de margem macia ao algoritmo de 1992 de Boser, Nguyon, Vapnik e é o algoritmo ao qual as pessoas geralmente se referem ao dizer SVM. O surgimento da primeira rede social nos Estados Unidos e Canadá, chamada Classmates. Além do algoritmo de Ukkonen para construção de árvores com sufixo

1996 O algoritmo de Bruun generalizou para tamanhos arbitrários de compósitos por H. Murakami. O algoritmo de Grover desenvolvido por Lov K. Grover. Além do RIPEMD-160 desenvolvido por Hans Dobbertin, Antoon Bosselaers e Bart Preneel

1997 Mersenne Twister, um gerador de números pseudo-aleatórios desenvolvido por Makoto Matsumoto e Tajuki Nishimura. Além do ano de fundação do Netflix, streaming de vídeos.

1998 O algoritmo PageRank foi publicado por Larry Page e Sergey Brin, o que ocasionou no surgimento do Google. Além do algoritmo rsync desenvolvido por Andrew Tridgell

1999 Algoritmo de aumento de gradiente desenvolvido por Jerome H. Friedman. E algoritmo de Yarrow projetado por Bruce Schneier, John Kelsey e Niels Ferguson

Anos 2000 – A partir do século XXI as apresentações de algoritmos se tornaram incontáveis, em especial, devido aos eventos anteriores que trouxeram maior integração e diferentes aplicações de algoritmos numa visão de conjunto. A seguir, destacamos apenas alguns exemplos desse período.

2000 O tópico induzido por hiperlink busca um algoritmo de análise de hiperlink desenvolvido por Jon Kleinberg

2001 Algoritmo de cadeia Lempel – Ziv – Markov para compressão desenvolvido por Igor Pavlov

2001 O algoritmo Viola-Jones para detecção de rosto em tempo real foi desenvolvido por Paul Viola e Michael Jones.

2001 DHT (tabela de hash distribuída) é inventado por várias pessoas da academia e sistemas de aplicativos

2001 BitTorrent é publicado um primeiro sistema de distribuição de arquivos ponto a ponto totalmente descentralizado

2002 Teste de primalidade AKS desenvolvido por Manindra Agrawal, Neeraj Kayal e Nitin Saxena. Também, o algoritmo Girvan-Newman para detectar comunidades em sistemas complexos. Além do analisador Packrat foi desenvolvido para gerar um analisador que analisa

PEG (gramática de expressão de análise) na análise de tempo linear desenvolvida por Bryan Ford. Surgimento da rede social LinkedIn, por Dan Nye.

2004 Surgimento do Facebook, pelos estudantes de Harvard, Mark Zuckerberg, Eduardo Saverin, Chris Hughes e Dustin Moskovitz. Também desenvolvido o Orkut pelo engenheiro turco que trabalhava no Google, Orkut Büyükkökten.

2005 Lançamento da plataforma de compartilhamentos de vídeos, desenvolvida por Chad Hurley, Steve Chen, Jawed Karim denominada Youtube. Adquirida pela Google em 2006.

2006 Surgimento do Twitter por Jack Dorsey.

2008 Bitcoin é publicado o primeiro sistema de criptomoeda descentralizada e sem confiança

2009 Lançamento do Whatsapp, aplicativo multiplataforma de mensagens instantâneas e chamadas de vídeo, por Brian Acton e Jan Koum.

2013 Protocolo de jangada consensu publicado por Diego Ongaro e John Ousterhout

2015 YOLO (“You Only Look Once”) é um algoritmo eficaz de reconhecimento de objetos em tempo real, descrito pela primeira vez por Joseph Redmon et al.

Glossário - Principais algoritmos da contemporaneidade

Neste tópico procuramos elucidar diferentes utilidades que os algoritmos possuem no tempo presente. Ela funcionará como um glossário a apresentar tais algoritmos modernos. Busca-se, a partir disso, criar uma proximidade – entre o leitor e os algoritmos - para que sejamos capazes de provocar e observar as dimensões anteriormente apresentadas, sabendo onde encontram-se tais algoritmos na vida cotidiana.

Big data

Se pensarmos que um banco de dados se refere a uma coleção de dados e a maneira como coexistente nele uma organização relacional dos dados (RAMAKRISHNAN; GEHRKE, 2008). Podemos levar a big data um aumento dimensional desse conceito. Entretanto a conjuntos extremamente maiores.

Os Algoritmos de Big Data representam essas vastas quantidades de dados digitais (RICHTERICH, 2018) que são produzidos e armazenados por mecanismos de “Dados, extração e Análise” (ZUBOFF, 2018), principalmente, a partir das interações dos usuários com as tecnologias.

Em contextos modernos, a big data tem sido vista como “recursos comerciais valiosos” tornando a ciência de dados uma chave para sua utilização efetiva (RICHTERICH, 2018). Além disso, ela comporta algoritmos capazes de lidar com abundância, variabilidade, alta relacionalidade, que também descrevem os pilares da big data: Volume, quantidade de informações; Velocidade, capacidade de processamento e Variedade, diversidade de informações.

Inteligência artificial

A noção de inteligência artificial, que tem suas raízes nos ensaios especulativos sobre o poder dos computadores e está intimamente ligada a produção de comportamento inteligente nos algoritmos. Assim, ela é comumente utilizada para expressar, não só a relação com os algoritmos, mas aos diversos estudos relacionados a disciplina do conhecimento humano, isso inclui discussões essencialmente empíricas, teorias e aplicações práticas através da matemática e outras áreas que podem dar base a essa noção de inteligência.

Entretanto, podemos destacar os algoritmos de aprendizado de máquina, como os principais algoritmos ligado a noção de inteligência artificial na contemporaneidade. Nos

algoritmos de *Machine Learning*, a máquina é treinada, usando uma quantidade considerável de dados e com algoritmos, sendo assim é de forma básica a prática de usar algoritmos para coletar dados, aprender com eles, e então fazer uma determinação ou previsão sobre alguma coisa no mundo, em processos distintos e complementares. Enquanto isso, nos algoritmos de *Deep Learning*, a máquina ganha uma dimensão parecida ao conceito de redes neurais, com conexões e direções de propagação de dados. Criando uma permissão prática à existência de *Machine Learning*. Essa área da IA é a parte do aprendizado de máquina que, por meio de algoritmos de alto nível, mais se aproxima da concepção de inteligência do cérebro humano (COPELAND, 2016).

Redes sociais

Algoritmos de redes sociais, são também conhecidos como algoritmos de mídia social, e estão ligados a construção de uma modelagem de identidade e narrativas coletivas – próprias das noções de comunicação em rede.

Esses algoritmos são descritos como plataformas, cujo objetivo é criar essa rede, conectando pessoas, criando interações e sendo responsáveis por compartilhamentos constantes de informações. Com isso, tais algoritmos, têm adquirido importância crescente na sociedade moderna, principalmente pela autogeração de seu desenho, pela sua horizontalidade e sua descentralização.

Bots

Os bots são algoritmos relacionados ao conceito de autorreprodução, ação em execução de processos repetidos, sem que se tenha necessidade de interferência humana (HENCKEL, 2018). O que faz ser comum sua utilização para substituir, por exemplo, processos de atendimento automático, ou ainda, coletar informações e gerar conteúdos.

Apesar de sua simples tarefa, na contemporaneidade, os bots tem ganhado uma nova configuração: de se tornar um bot social. Assim, além de executar ações pré-programadas um bot social é um algoritmo de computador que produz conteúdo e que simula como os seres humanos se comunicam e interagem uns com os outros nas redes sociais (FERRARA et al, 2016).

Page Rank

O nome "PageRank" é um trocadilho: é um algoritmo que classifica as páginas da web, mas também é o algoritmo de classificação de Larry Page, seu principal inventor

(MACCORMICK, 2012). Conhecemos esse algoritmo, por ser ele o que está por trás do maior buscador da internet: o Google.

Ele é um algoritmo baseado em uma matriz, em uma combinação de matrizes estocásticas da estrutura de links e comportamento do internauta. Assim, ele se torna um algoritmo fundamentado nas informações não no próprio conteúdo da página, mas na conexão de ligação entre as páginas, seus hiperlinks.

Blockchain

A Blockchain, podem ser descritas como uma tecnologia baseada em conjunto de algoritmos que representam um outro tipo de banco de dados para registrar especificamente transações. É como se os dados em uma cadeia informações fossem armazenados em estruturas fixas chamadas "blocos".

Eles possuem uma natureza marcada por principais características arquiteturas: segurança das operações, descentralização de armazenamento/computação, integridade de dados e imutabilidade de transações.

E para que esses princípios sejam válidos, é utilizado um algoritmo de consenso desenvolvido para resolver o problema de confiança, ou seja, nenhum dado inserido pode ser apagado e todas as novas inserções devem ser acreditadas por todos. Além disso, o algoritmo de consenso faz com que as decisões sobre o que será inserido do Blockchain não dependam de alguma entidade central, ou tenha dependências.

Impulsionamentos

Referem-se aos algoritmos que possuem o objetivo de alavancar conteúdos e propagandas personalizadas nas redes sociais. Esses algoritmos estão relacionados a noção de compartilhamento de textos ou imagens na propagação de uma escala maior a um público específico.

Redes neurais

Algoritmos de redes neurais, representam os modelos que buscam simular o processamento das estruturas neurais biológicas, ou seja, são construções matemáticas e computacionais que simulam o processamento de informação no cérebro, todavia, possuindo um conjunto muito limitado de neurônios.

Destacamos dois principais aspectos dos algoritmos de redes neurais: a capacidade de aprender por intermédio de exemplos e fazer inferências sobre o que aprendeu (BRAGA; CARVALHO; LUDEMIR, 2000), e a representação comumente utilizada de um grafo orientado, no qual os vértices representariam os neurônios e as arestas as sinapses.

Internet

A internet, conhecida também como comunicação em redes, é descrita como uma das tecnologias da informação que permitiu mudanças significativas nos recursos de informação e serviços através de algoritmos de captação, transmissão e distribuição das informações, que passam a assumir distintas formas: texto, imagem estática, vídeo ou som.

É sem dúvida o conjunto de algoritmo e serviços mais utilizados hoje em dia. Pois, a integração desse conjunto de redes de computadores interligados, não apenas viabiliza a conectividade mas é a base para que outros algoritmos sejam executados.

Data Compression

Algoritmos de compressão de dados são responsáveis por reduzir o número de bytes necessários para representar dados e a quantidade de memória necessária para armazenar imagens. Atualmente o processo de comprimir dados, é realizado por um conjunto de métodos e outros pormenores práticos com o intuito da redução do espaço armazenado em unidades de memória secundária ou mesmo primária de um sistema computacional.

Search Indexign

Quando usualmente estamos procurando arquivos no computador ou assuntos na internet, estamos recorrendo aos algoritmos de Indexação de Busca. Isso, porque o conceito de um índice é a idéia mais fundamental por trás de qualquer mecanismo de busca. A indexação é o processo pelo qual os mecanismos de pesquisa organizam as informações antes de uma pesquisa para permitir respostas com extrema rapidez às consultas (MACCORMICK, 2012).