



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE PSICOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PSICOLOGIA SOCIAL

PAULA JACQUELINE DE OLIVEIRA

A dinâmica do conhecimento sob o imperativo da tecnologia e da complexidade: uma análise dos mecanismos de *Deep Reinforcement Learning* e das suas interfaces com o saber, na contemporaneidade

São Paulo
2019

PAULA JACQUELINE DE OLIVEIRA

A dinâmica do conhecimento sob o imperativo da tecnologia e da complexidade: uma análise dos mecanismos de *Deep Reinforcement Learning* e das suas interfaces com o saber, na contemporaneidade

Versão Original

Tese apresentada ao Programa de Doutorado em Psicologia Social do Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor(a) em Psicologia Social.

Área de concentração: Psicologia Social e do Trabalho.

Orientador: Prof. Dr. Sigmar Malvezzi

São Paulo
2019

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTES
TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO,
PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Catálogo na publicação
Biblioteca Dante Moreira Leite
Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo
Dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Oliveira, PAULA

A dinâmica do conhecimento sob o imperativo da tecnologia e da complexidade: uma análise dos mecanismos de Deep Reinforcement Learning e das suas interfaces com o saber, na contemporaneidade. / PAULA Oliveira; orientador Sigmar Malvezzi. -- São Paulo, 2019.

160 f.

Tese (Doutorado - Programa de Pós-Graduação em Psicologia Social) -- Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, 2019.

1. Complexidade. 2. Deep Learning. 3. Inteligência Artificial. 4. Ciência. 5. Conhecimento. I. Malvezzi, Sigmar, orient. II. Título.

Nome: OLIVEIRA, Paula Jaqueline de

Título: A dinâmica do conhecimento sob o imperativo da tecnologia e da complexidade: uma análise dos mecanismos de Deep Reinforcement Learning e das suas interfaces com o saber, na contemporaneidade.

Tese apresentada ao Programa de Doutorado em Psicologia Social do Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo para obtenção de título de Doutor(a) em Psicologia Social.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Jane e Luiz, pelo amor incondicional, presença, apoio e exemplo, com os quais me ensinaram sempre.

Ao meu orientador, Professor Sigmar Malvezzi, que com a sua paciência e persistência, cuidou com todo carinho e sabedoria para que eu chegasse até aqui, inspirando cada passo dessa jornada.

Ao meu marido, Guto, amor da minha vida, sempre ao meu lado, nas muitas alegrias e poucas tristezas.

Ao meu filho, Luiz, pela paciência da espera frequente e por me ensinar o significado do amor incondicional, dia após dia,

Aos meus queridos João e Bel com quem aprendi que o amor de mãe não depende de laços consanguíneos,

À Duda e ao Bernardo, meus sobrinhos amados que fazem da vida um lugar mais doce e empolgante,

Aos meus irmãos, Carla e Bruno, companheiros, amigos, amados, por toda a vida.

Às minhas avós, Expedita e Maria (in memoriam), por todo uma vida de cuidado, dedicação e amor,

Ao meu querido amigo, Alfredo Jacques, que na torcida, manteve o meu tema de estudo em mente e com ele contribuiu por meio da sua sabedoria e referências,

Obrigada! Primos e tias pela contribuição valiosa.

“... o conhecimento nunca é um reflexo ou espelho da realidade.

O conhecimento é sempre uma tradução, seguida de uma reconstrução.

E como tal, comporta o risco de erro.”

Edgar Morin

“A informação está disponível abundantemente, porém, por melhor que seja nosso banco de dados, não há garantias de que ela venha a se converter em conhecimento.

Transformar informação em conhecimento pertinente é tarefa do pensamento, através de uma ação que exige dedicação por parte do sujeito – reflexão não estimulada pela cultura do fast.

As informações se convertem em conhecimento mediante ações que estimulem os estudantes a pensá-las, conectá-las e contextualizá-las, encontrando pontos de aproximação e distanciamento para articular a diversidade dos dados.

Conhecimento é, nesse sentido, informação tratada, significada por operações de pensamento.

Esse processo deve se tornar uma prática sistemática e permanente, pois é ele que sustentará a abordagem de problemas complexos.

Edgar Morin

RESUMO

OLIVEIRA, Paula Jaqueline de. **A dinâmica do conhecimento sob o imperativo da tecnologia e da complexidade: uma análise dos mecanismos de Deep Reinforcement Learning e das suas interfaces com o saber, na contemporaneidade.** 2019. 151f. Tese (Doutorado) – Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

Esta pesquisa teve o objetivo de analisar, caracterizar e descrever os fenômenos emergentes do imperativo da acumulação tecnológica e da complexidade sobre a dinâmica do conhecimento científico, quando utilizadas técnicas de Inteligência Artificial por mecanismos de *Deep Reinforcement Learning (DRL)*. Tal análise foi elaborada por meio de uma meta-análise da totalidade dos artigos veiculados pela organização Deep Mind e disponibilizados de forma gratuita no seu site. Observou-se que tais mecanismos têm sido anunciados como alternativas para a resolução de problemas complexos. Observou-se, no entanto, que são de difícil análise, seja a respeito dos paradigmas sobre os quais são desenvolvidos, ou pelas métricas de performance e processamento. A não interpretabilidade de tais mecanismos mostrou-se uma preocupação marcante, na comunidade científica. Parece haver, no entanto, uma tendência de se balizar a sua adoção por princípios de utilidade, ou seja, pela sua expressiva redução das margens de erro características de modelos probabilísticos interpretáveis. Observou-se ainda que tais mecanismos tendem a retroalimentar a tríade Ciência – Tecnologia – Interesse Comercial, na medida em que o consumo de recursos computacionais, exigindo investimentos extremamente altos, os quais tem sido feitos pelas Big Techs, como são denominadas as 05 (cinco) maiores empresas de tecnologia do mundo – Apple, Google, Amazon, Microsoft e Facebook.

Palavras-chave: paradigmas científicos; complexidade; ciência; trabalho; tecnologia; deep learning; inteligência artificial; black box.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Paula Jaqueline de. **A dinâmica do conhecimento sob o imperativo da tecnologia e da complexidade: uma análise dos mecanismos de Deep Reinforcement Learning e das suas interfaces com o saber, na contemporaneidade**. 2019. 151f. Doctoral Dissertation (PhD) – Institut of Psychology, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

This research aimed to analyze, characterize and describe emerging phenomena of the imperative of technological accumulation and complexity on the dynamics of scientific knowledge, when using Artificial Intelligence techniques by mechanisms of Deep Reinforcement Learning (DRL). This analysis was elaborated by means of a meta-analysis of all the articles sent by the organization Deep Mind and made available for free in its site. It has been observed that such mechanisms have been announced as alternatives for solving complex problems. It was observed, however, that they are difficult to analyze, either with respect to the paradigms on which they are developed, or by performance and processing metrics. The non-interpretability of such mechanisms has been a major concern in the scientific community. However, there seems to be a tendency to base their adoption on utility principles, that is, on their expressive reduction of the error margins characteristic of interpretable probabilistic models. It was also observed that such mechanisms tend to feed back the Triad Science-Technology-Business-Interest, insofar as the consumption of computing resources, requiring extremely high investments, which have been made by the Big Techs,) the world's largest technology companies - Apple, Google, Amazon, Microsoft and Facebook.

Keywords: scientific paradigms; complexity; science; work; technology; deep learning; artificial intelligence; black box.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Problema de pesquisa	19
1.2	Objetivo geral	20
1.2	Objetivos específicos	20
1.3	Justificativa e Relevância.....	21
2	A ECONOMIA DA COMPLEXIDADE.....	22
2.1	Racionalidade Complexa	24
2.2	Complexidade e ciência.....	26
2.3	Complexidade e sociedade líquida	29
3	RECONHECENDO O CONHECIMENTO	31
3.1	Conhecimento e Verdade	35
3.2	Ciência: paradigmas, dogmas e métodos	38
3.2.1	O Dogma da Matemática Relativizado na Estatística.....	49
3.2.2	Métodos plurais ou intencionais?.....	54
3.2.3	Ciência social phronetica	67
3.3	Trabalho: sentido, significado e função.....	73
3.3.1	O animal laborans: as mãos que laboram.....	75
3.3.2	O homo politicus na ação plural.....	82
3.4	Tecnologia: o fenômeno do imperativo e da acumulação tecnológica	87
4	INTELIGÊNCIA BIOTECNOLÓGICA.....	94
4.1	Inteligência Humana	99
4.1.1	O papel da linguagem na inteligência	102
4.1.2	Inteligência Coletiva ou Coletivo Imaginário	104
4.2	Inteligência artificial	106
4.2.1	Robot: as primeiras aspirações humanas sobre IA.....	114
4.2.2	Marcos históricos.....	116
4.2.3	Novos paradigmas.....	119
4.2.4	Tendências e Fronteiras	120
4.2.5	Dilemas éticos	122

4.2.6 Marcos regulatórios	124
4.3 As Black boxes	132
5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS: META-ANÁLISE	137
6 ANÁLISE DOS DADOS E RESULTADOS.....	140
6.1 O Corpus	140
6.2 Análise das Fontes dos Artigos.....	141
6.3 Análise longitudinal.....	142
6.4 Síntese de Conteúdo	143
6.4.1 Modelagem por LDA.....	146
6.4.2 Agrupamento por equivalência: áreas de conhecimento.....	150
7 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS	154
REFERÊNCIAS	155
APÊNDICE I: Definições PRISMA.....	159
APÊNDICE II	160

1 INTRODUÇÃO

O que deve ser adicionado a crenças plausíveis para que se tornem verdades individuais e coletivas? E como ocorre esse processo? Essas questões aparentemente simples expõem a diversidade ontológica e epistemológica nos pressupostos do conhecimento científico sobre a relação do homem com o mundo e a amplitude de caminhos metodológicos para a arquitetura da pesquisa. A busca do conhecimento, a construção da ciência e a conceituação de verdade enfrentam essa diversidade e amplitude de caminhos.

Tais questões ganham ainda mais relevância, no atual momento histórico caracterizado pela ambiguidade dos eventos devido à sua ilimitada contínua e conectividade mediadas pelas tecnologias da informação e comunicação. A conectividade abrange interações entre seres humanos entre si, entre estes, o mundo e os dados; bem como das máquinas entre si, com o mundo e com os dados.

A sociedade, a economia e a política são construções resultantes dessas interações, formando redes dinâmicas, abertas, movidas em fluxos não-lineares que transcendem limites espaciais, temporais, estruturais e culturais. Dessas interações emergem eventos contingentes com baixa previsibilidade e com impactos de curto e longo alcances. As métricas habituais de desempenho, resultado e lucro, produzidas na era industrial, bem como o trabalho, a ciência e a tecnologia sofreram inegável ressignificação dentro desse contexto. Desde a década de 1970, os recursos mais preciosos para a geração de riqueza passaram a ser os dados.

Os pesados meios de produção da era industrial foram substituídos por algoritmos e computadores que, graças à internet, estão à mão de quase qualquer pessoa, em quase qualquer lugar do mundo. Nesse contexto, a produtividade que é a pedra angular do atual sistema econômico, tornou-se fruto da articulação entre a inteligência humana e as Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs). Sua métrica habitual, nos últimos dois séculos, a relação homem-hora, já não funciona mais. O trabalho foi conectado ao propósito e a renda foi balizada pelo seu valor, não mais pelo tempo e esforço empenhado nas atividades. Quanto valeria uma hora de trabalho de alguém

que corrigisse um eventual *bug* no algoritmo de busca do Google? Pergunta simples cuja resposta revela a complexidade da resposta. Pela primeira vez, as inovações tecno- científicas são criadas e aplicadas prioritariamente na ampliação das nossas capacidades cognitivas e não, como foram arquitetadas e utilizadas nas capacidades físicas, durante a era industrial,

Os dados coletados, armazenados e analisados fizeram emergir novas fontes de abundância. Ora pela otimização do uso de recursos naturais, ora pela desintermediação das atividades econômicas, ora pelo compartilhamento do acesso à informação e pelo compartilhamento de bens. A aplicação das TICs impulsionou a economia, a cultura e a política, gerando uma sociedade com características peculiares e próprias envolta em novos paradoxos e paradigmas. Nela, o consumo e o trabalho foram ressignificados. Consumimos informações, enquanto trabalhamos. Produzimos informações, enquanto consumimos. Nesse rastro de consumo e trabalho 24 horas, 7 dias por semana, nos tornamos também produto, criando um ciclo ininterrupto cunhado de “turbo capitalismo” por Edward Luttwak (2011).

O termo “turbo capitalismo” evoca a ideia de um sistema econômico liberal dotado de força total e que transcende as dimensões pública e mercadológica; alcançando a vida e o cotidiano dos indivíduos. Sua maior forma de expressão se dá pela indistinção entre trabalho, consumo e mercadoria. Cada indivíduo é instado a permanecer hiperconectado, em tempo integral, consumindo, trabalhando e sendo ele próprio uma das mercadorias. Navegamos pelas redes sociais, clicando aqui e ali, expressando nossos desejos e repulsas em formas de likes e dislikes, seguindo hiperlinks, ao léu, compartilhando imagens de gatos ou atribuindo estrelinhas a motoristas e pizzarias, estamos fazendo nossa parte na alimentação dessa modalidade emergente de sistema econômico, social e político. A navegação é transformada em dados. Estes dados são indexados e disponibilizados para uso pelos algoritmos seja das grandes corporações, da Alphabet (leia-se Google) ao Facebook, ou das startups. Interagindo, portanto, estamos também trabalhando. E somos nós mesmos servidos na grande bandeja da web como objetos de prospecção, ávidos por consumir satisfação. Somos, portanto, mercadoria também. Sim, tornamo-nos todos consumidores, trabalhadores

e mercadorias full time. A oferta de valor, produtos e serviços cresceu em escala exponencial. É este o sentido do termo “turbo capitalismo”, que evoca a ideia de um sistema econômico liberal, dotado de força total, carregando aspectos não apenas mercadológicos, mas também subjetivos, permeando a vida e o cotidiano dos indivíduos.

O mercado usa das tecnologias para atender aos nichos existentes, bem como fomentar a criação de públicos e o trânsito de indivíduos entre um segmento e outro. Os principais insumos são os dados, coletados em profusão, a partir do uso dos dispositivos, em rede, e nós mesmos oferta e produto, num mesmo *Big Data*, um objeto do culto atualmente. Cada relação estabelecida por um usuário conectado produz informação, que é a mercadoria mais sofisticada e valiosa dos dias de hoje. As empresas utilizam-se desses dados para traçar perfis de preferências, detectar tendências de consumo e identificar oportunidades de mercado. Os dados passam a ser, portanto, ativos consumíveis. Nesse processo, as ferramentas de filtros e recomendações aparecem para os usuários como economia de tempo, ganho de praticidade. Assim estabelece-se uma relação amistosa e de certa forma recíproca. Os indivíduos compartilham de sua privacidade em troca de comodidade e satisfação de seus desejos.

Essas tecnologias emergentes e seu uso rotineiro mudaram as configurações das relações de trabalho. O trabalho foi (re)institucionalizado e os empregos cederam lugar para a *Gig Economy*, “economia de freelancers”, ou economia de demandas. A *Gig Economy* é sustentada pela oferta de serviços eventuais (gigs) por intermédio de plataformas digitais, modalidade da qual o Uber é o exemplo mais conhecido no Brasil. O termo “gig” foi usado nesse sentido pela primeira vez em 1952, em uma peça de Jack Kerouac que retrata o trabalho temporário na ferrovia Southern Pacific. A palavra assumiu o sentido de um trabalho pontual, remunerado a partir da demanda e desempenhado por alguém capaz e disponível. Em outras palavras, no jargão brasileiro, a economia de “bicos” ou “de freelancers”.

Plataformas de carona, entrega de refeições, serviços de cuidado com os animais domésticos e tantas outras iniciativas surgiram aos montes, nos últimos anos,

movimentando milhões de trabalhadores e trilhões de dólares. Os impactos deste tipo de plataformas são ainda maiores. Ao permitir e incentivar o compartilhamento de recursos e ativos, elas abalam o próprio conceito de propriedade. Pelo *Airbnb*, sua casa ou apartamento permanece disponível para ocupação por outros (ou você ocupa as propriedades dos outros) por tempo e condições flexíveis. O Uber é o uso comum de uma propriedade antes restrita e seu tempo e habilidades, antes cedidas ao capital, são agora investidos em geração de renda. A desconexão entre trabalho e renda, na “*Gig Economy*”, é um ponto de ruptura. O emprego assalariado movimenta-se agora rumo ao compartilhamento. Ora, se somos nós a propriedade, somos nós o conhecimento que consome e produz, somos todos capital também.

A edição deste ano do relatório da Staffing Industry Analysts (SIA) estimou em 3,7 trilhões o valor movimentado pela Gig Economy ao redor do globo em 2017. E mais: segundo o JPMorgan Chase Institute, o número de “gig workers” cresceu dez vezes entre 2012 e 2016, nos Estados Unidos. Por sua vez, o Intuit Research prevê que 40% dos postos de trabalho no país serão preenchidos na lógica da “Gig Economy” até 2020. E o que se vê na América do Norte reflete a tendência mundial. As empresas que adentram esse ramo da economia são as responsáveis por criar e administrar as plataformas que conectam os consumidores aos fornecedores. De posse dos algoritmos que desenvolvem, essas corporações passam a atuar como intermediários entre quem precisa de algo e quem pode oferecer a solução, interferindo nos mecanismos regulatórios habituais da sociedade.

Para elas, parece haver apenas vantagens, uma vez que podem selecionar profissionais qualificados e com disponibilidade para necessidades específicas, sem o ônus de manter constantemente uma equipe com essas características. Indivíduos estes que podem estar em qualquer lugar do mundo, bastando que tenham uma conexão de internet. Além disso, muitas vezes os contratantes economizam com espaço físico e treinamento, entre outras conveniências. Para os “gig workers”, há mais pontos a ponderar. No Brasil, os trabalhos informais têm sido responsáveis pelo provimento de renda a considerável parcela da população com dificuldades de colocação em um mercado que alcançou 11,7% de desemprego ao final de 2018, segundo o IBGE. Cadastrar-se em alguma dessas plataformas é simples, oferecendo

uma solução acessível a pessoas dispostas a oferecer seu tempo e habilidades. Uma opção valiosa em tempos de escassez de postos tradicionais de trabalho.

Nesse contexto, desponta o risco da precarização das relações de trabalho. Estas não geram vínculo empregatício e o trabalhador fica desamparado em vários aspectos, tais como a incerteza em relação a demanda e remuneração, o respaldo em caso de doença, o pagamento de férias, o recolhimento de fundo de garantia e outros encargos. Adiciona-se a esses aspectos a questão da privacidade que é igualmente delicada. Por estarem vinculados a plataformas digitais, os colaboradores fornecem dados valiosos às empresas que os contratam, com o potencial de serem utilizados de forma até mesmo, abusiva. Aos consumidores, o desenvolvimento da “*Gig Economy*” tem se mostrado vantajoso e útil. A solução para necessidades do dia a dia, desde a mais simples à mais especializada, vem sendo facilitada pela tecnologia. Essa modalidade de mercado também guarda espaço para algumas funções não tão úteis assim, como aponta David Graeber (2003).

Em seu ensaio “*Bullshit jobs – A Theory*”, Graeber analisa aquilo que chamou de *bullshit Jobs*. Estes são vistos por quem os executa como socialmente inúteis ou até mesmo nocivos. Graeber esboçou sua análise em um artigo em 2013 e, de lá para cá, reuniu contribuições pelas redes sociais que corroboram sua tese, desenvolvida no livro. O *insight* desse artigo despertou a atenção de pesquisadores e, até mesmo, do Estado. Um levantamento feito no Reino Unido mostra que 37% das pessoas consideravam seu trabalho um *bullshit job*. Na Holanda, foram 40%. Os dados revelam uma das contradições do capitalismo, com sua busca incessante pela eficiência, mas sustentando uma massa de trabalhadores com funções sem sentido.

Para Graeber, a explicação é de ordem moral e política e, não de ordem econômica. Pessoas felizes e produtivas com tempo livre podem ser ameaças em potencial. O trabalho é um valor e todos devem dedicar-se a uma rotina intensa e extensa para enquadrarem-se na sociedade. Tudo bastante conveniente ao sistema, na opinião desse autor. A ele é atribuído um dos lemas do movimento Occupy: “Somos os 99%” e estamos crescendo. Os outros 1% da população mundial detêm e controlam a maior parte das riquezas do planeta.

Para identificar os *bullshit jobs*, basta pensar no que aconteceria se determinada classe de trabalhadores desaparecesse por completo. A extinção de lixeiros e mecânicos certamente seria uma catástrofe, a falta de professores logo resultaria em prejuízos para a sociedade e a inexistência de escritores e músicos tornaria o mundo um lugar menos interessante. Mas essas possibilidades não são tão previsíveis assim. Qual seria o dano de acordarmos um dia sem oficiais de justiça, consultores legais, pesquisadores de mercado, corretores e executivos financeiros? A manutenção desse volume de postos de trabalho sem sentido parece essencial para a manutenção do *status quo*. Graeber acrescenta ainda que, se um regime de trabalho tivesse sido projetado milimetricamente para manter o poderio do capital financeiro, seria exatamente esse que conhecemos. Por mais paradoxal que seja, sai mais barato manter empregos inúteis que proporcionar a todos jornadas de trabalho de apenas três ou quatro horas diárias.

A despeito dos novos fluxos de capital serem mais visíveis na economia de plataformas, as trocas de ativos imateriais são tão relevantes quanto. Conhecimento, informação, reputação, relacionamentos, tudo flui entre as pessoas conectadas neste novo ambiente. O valor é variável. Quanto vale para um *gig worker* uma avaliação positiva do trabalho feito? Quanto vale para o Spotify o like dado em uma nova música disponibilizada numa playlist? Essas são perguntas desconcertariam inúmeros pensadores do passado. Na era industrial, o acesso aos meios de produção exigia investimentos indisponíveis aos trabalhadores. Máquinas, equipamentos, matéria-prima, tecnologia, tudo isso tinha um custo elevado o suficiente para deixar visível a distinção entre capital e trabalho. Riqueza gerava riqueza e o inverso também. E então nos perguntamos, “no atual momento histórico, quando falamos em capital, trabalho e conhecimento, de que estamos falando?”

Analisar esse contexto e essas questões são o objetivo desta tese. Pretendeu-se analisar a dinâmica do “saber” e do “fazer”, sob o imperativo da acumulação tecnológica, no contexto da economia da complexidade, no nosso século. Nessa trajetória, compreender, analisar, modelar e prever a complexidade e suas

contingências mostrou-se tarefa vã. Porém, interagir com ela, preservando as propriedades ontológicas do “ser” se mostrou fundamental.

1.1 Problema de pesquisa

Para a filosofia, um **problema** é algo que perturba a paz e a harmonia daquele(a)s que têm alguma. Na acepção da religião, um problema pode ser uma contradição interna entre dois dogmas (como é que um Deus omnibenevolente e todo poderoso permite que haja sofrimento). Na ciência, um problema de pesquisa emerge diante de uma inquietação e busca de compreensão de um determinado fenômeno, culminando em uma interrogativa a ser investigada. Conforme Kerlinger (1979, p. 35) “[...] um problema é uma situação que necessita de discussão”.

O contexto acima descrito revela uma dinâmica sistêmica de eventos cujo estudo demanda metodologias apropriadas para os eventos e questões complexas da contemporaneidade, como as inquietações sociais, políticas e econômicas e existenciais. De modo eloquente Capra (2014, p. 13) afirma que “*Há soluções para os principais problemas de nosso tempo [...]. No entanto, (elas) exigem uma mudança radical em nossa percepção, em nosso pensamento e em nossos valores*”. Capra (2014) defende que o paradigma sistêmico é um padrão emergente para solver os problemas da atualidade; todavia, o paradigma reducionista ainda é imperativo em diversos campos (MACIEL; SILVA, 2008), como na ciência (CREMA, 2015), organizações (ANDRADE; AMBONI, 2017; SILVEIRA *et al.*, 2017; RAMALHO; LOCATELLI; SILVA, 2018) e tecnologias de informação (ZIVIANI; 2014).

Uma vez que as organizações são constituídas por indivíduos que desempenham seu *labor* com apoio de tecnologias da informação, a tríade organização-trabalho-tecnologia torna-se um alvo de investigação a ser contemplado mediante ao paradigma sistêmico, de modo prover um entendimento dos eventos em sua articulação como totalidades. Neste contexto desponta a questão desta pesquisa: *qual*

a relação entre o imperativo da acumulação tecnológica, o saber e o fazer contemporâneos?

1.2 Objetivo geral

Esta pesquisa tem o objetivo de analisar os fenômenos emergentes do imperativo da acumulação tecnológica sobre a dinâmica do conhecimento, na economia da complexidade. A abrangência do termo “conhecimento” contempla o saber científico e laboral, quando mediados ou integrados com métodos de Inteligência Artificial, em especial, *Deep Reinforcement Learning (DRL)*.

Por Economia da Complexidade, entende-se um sistema de produção com características próprias associadas à sua constituição em redes abertas, dinâmicas, com fluxos não-lineares e em alta velocidade, nas quais as contingências são imprevisíveis, causam impactos sistêmicos e de longo alcance, característica do atual momento histórico. Para tanto, parte-se dos paradigmas crítico e sistêmico, admitindo-se que o conhecimento, a ciência e o trabalho são construções sociais resultantes da interação entre o ser subjetivo e o mundo, sendo balizada pelo espaço referencial do ser, bem como por suas crenças e valores.

O objetivo desta tese é estudar a relação entre o saber, o fazer e o imperativo da acumulação tecnológica, neste momento histórico.

1.2 Objetivos específicos

Tendo em mente esse objetivo geral, sua busca é mediada pela reflexão sobre objetivos específicos dessa pesquisa:

- a) Analisar o comportamento longitudinal da prevalência de métodos de Inteligência Artificial, especificamente as técnicas de *Machine Learning* e *Deep Reinforcement Learning*, na realização de pesquisas científicas;
- b) Analisar os aspectos ontológicos, epistemológicos e metodológicos dos métodos de Inteligência Artificial, especificamente as técnicas de *Machine Learning* e *Deep Reinforcement Learning*, em comparação aos paradigmas da ciência;
- c) Analisar as técnicas de *Deep Reinforcement Learning*, no que se refere ao discurso mercadológico que sugerem a sua aplicação na resolução de problemas complexos;
- d) Identificar e caracterizar os desdobramentos da utilização de Inteligência Artificial, especificamente as técnicas de *Machine Learning* e *Deep Reinforcement Learning*, na percepção de desenvolvedores de sistemas e cientistas de dados de uma fábrica de software, em Belo Horizonte.

1.3 Justificativa e Relevância

Castro (1977) demarca três aspectos a serem considerados como justificáveis para o desenvolvimento de uma pesquisa, sendo: relevância, viabilidade e originalidade.

Quanto à relevância, esta pesquisa se justifica por analisar como os métodos de Inteligência Artificial, especificamente as técnicas de *Machine Learning* e *Deep Learning*, têm sido utilizados, na ciência e no contexto específico de trabalho de desenvolvedores de sistemas. Trata-se de um tema pujante, com contornos turvos, cujo esclarecimento e aprofundamento são imprescindíveis, tanto à comunidade científica, quanto às organizações. Em relação a viabilidade, esta pesquisa apresenta-se como passível de ser desenvolvida dentro do tempo atinente a um programa doutoral. Original, pois interage com um objeto pouco compreendido tanto na comunidade acadêmica, quanto fora dela.

O desenvolvimento desta tese está articulado em 07 (sete) capítulos. O primeiro é introdução, na qual o problema é apresentado e descrito. O segundo capítulo é dedicado à Economia da Complexidade, contexto em que se inserem o problema de pesquisa. O terceiro discorre sobre o conhecimento, tendo por base autores cujas obras permitiram estabelecer contornos e identificar pontos de convergência e dissonância. O quarto caracteriza os conceitos vigentes, os marcos e as discussões atuais em torno do campo de Inteligência Artificial, particularmente os mecanismos de *Deep Reinforcement Learning* (DRL), objeto dessa pesquisa cujos procedimentos metodológicos, resultados e considerações são apresentadas nos capítulos de 5 a 7.

2 A ECONOMIA DA COMPLEXIDADE

O termo Economia da Complexidade é abrangente e, nessa pesquisa, foi utilizado para orientar os contornos de um sistema econômico liberal, dinâmico, aberto, constituído por redes espontaneamente auto organizadas, conectadas por tecnologias digitais, com fluxo de recursos e ativos em alta velocidade e escala global e que operam longe do ponto de equilíbrio, tendendo ao caos (URRY, 2005).

Nas três últimas décadas, são muitos os discursos, ora científicos, ora não, em torno do tema; transbordando da geografia ao urbanismo; da estatística à pedagogia; da física à literatura. Sua preponderância na sociedade é uma expressão física do imperativo e acumulação tecnológicos aceleradas, desde os anos 1970. Nesse sistema, processos e produtos tornaram-se cada vez mais complexos e, frequentemente, imateriais, tendo nas Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) as bases de sua articulação e circulação, em níveis jamais experimentados. Por ser espontâneo e fluído, esse sistema é imprevisível e termina por se constituir por conjunto de contingências, cujas regularidades não se pode descrever e, dessa forma, torna-se ainda mais complexo.

O próprio conhecimento humano foi relativizado e conceitos outrora absolutos tornaram-se de difícil apreensão. Um exemplo dessa relativização que marcou a

história da ciência encontra-se na física quântica, ao demonstrar que nem mesmo os mais básicos conceitos de realidade estão corretos, e outro no princípio da incerteza de Heisenberg, a partir do qual, tornou-se impossível observar o objeto sem modificá-lo, o que fez abalar irreversivelmente o positivismo que reinava absoluto desde Descartes. Tempo e espaço deixaram de ser escalas estáticas e passaram a ser fenômenos complexos. São dinâmicos, elásticos e relativos, como propôs Einstein. O tempo é relativo e o espaço pode encolher ou esticar. O universo teve início sem uma causa compreensível e não há nem tempo nem espaço antes do Big Bang. Após o Big Bang, temos o tempo e seu fluxo irreversível responsável pela acumulação de desordem. Não apenas desordem aleatória, mas sim uma constante recriação de ordem, cujo desequilíbrio leva a novos padrões de desordem. Prigogine (1996) usa o termo flecha do tempo e reforça suas características de irreversibilidade e probabilidade.

Associados à instabilidade inerente, os processos irreversíveis desempenharam um papel decisivo na relação entre as leis da natureza e a complexidade, conforme trata o autor russo-belga:

Na visão clássica, uma lei da natureza estava associada a uma descrição determinista e reversível do tempo, em que o futuro e o passado desempenhavam o mesmo papel. A introdução do caos obriga-nos a generalizar a noção de lei da natureza e nela introduzir os conceitos de probabilidade e de irreversibilidade. " (2002, p.11)

O futuro é, portanto, instável, imprevisível e complexo. O fim da certeza, proposto por Prigogine (1997) nos leva à complexidade. A ideia alienada de um mundo determinista e arbitrário é posta à prova. E, com isso, nos aproximamos do conceito de complexidade a ser desenvolvido nas próximas páginas. Essa, não é uma busca reducionista, mas sim a conquista de um conceito por meio de procedimentos epistemológicos e metodológicos múltiplos. Seu impacto na ciência e no conhecimento é extraordinário. O termo complexidade permite a quebra de divisões entre ciências naturais e sociais, uma vez que ambas podem ser caracterizadas por essa dinâmica e incertezas.

2.1 Racionalidade Complexa

É importante diferenciar o que se entende por complexo ou meramente “complicado”. Um avião, descrito em todos os seus componentes é complexo. É um sistema cujas interações entre as partes constituintes são de tal natureza ou magnitude que impossibilita que o “todo” simplesmente seja compreendido pela análise das suas “partes”. As interações entre os tais partes ou componentes não são fixas. Elas mudam e se adaptam, como resultado de seu processo de auto-organização. O que resulta em uma terceira característica, a capacidade de oferecer propriedades novas ou diferentes de acordo com os resultados dinâmicos dessas interações. A linguagem é um exemplo de sistema complexo.

Sistemas complexos são usualmente abertos, interagindo com o ambiente. Suas bordas nem sempre são fáceis de identificar. Eles operam em condições de desequilíbrio e, por desenvolverem-se no tempo, precisam de tempo para serem entendidos. Ainda, na complexidade, cada elemento atua de forma independente, sem o conhecimento, e, na verdade, sem nem mesmo a percepção da necessidade de conhecimento do todo. Segundo Cilliers:

Complexity is the result of a rich interaction of simple elements that only respond to the limited information each of them are presented with. When we look at the behaviour of a complex system as a whole, our focus shifts from the individual element in the system to the complex structure of the system. The complexity emerges as a result of the patterns of interaction between the elements. (1998)

Uma **Economia da Complexidade** estaria então relacionada à produção e consumo de recursos, ativos tangíveis ou intangíveis, materiais ou imateriais, em redes auto organizadas, com interações contínuas e interdependentes, numa escala global. Trata-se da aceitação de uma economia como conjunto de relações. Os ganhos de produtividade gerados pelas TICs impulsionaram tal economia, gerando um sistema com características complexas muito próprias. Os dados, gerados e armazenados de forma exponencial, tornam-se um novo tipo valor, baseado na abundância, e cujo preço aumenta à medida que mais uso é feito deles. Há limites,

contudo, em relação àquilo que o sistema pode fazer. Assim sendo, a economia, por esse viés, tem essência conservadora. Seus objetivos estão bem claros e intencionam a manutenção da estrutura estabelecida, de acordo com seus critérios e prioridades – o que não é nem única, nem exclusivamente negativo, como pode parecer. São esses limites que delimitam e garantem a existência do sistema.

Do ponto de vista da complexidade geral, as suposições feitas pela ciência clássica não são tomadas como certas, como verdades simples. Embora as suposições que ela enseje sejam necessárias para a ciência como processo, deve-se ter em mente que elas são suposições feitas a fim com o objetivo de diminuir a complexidade a um ponto em que a pesquisa prática se torna viável.

In opposition to reduction, complexity requires that one tries to comprehend the relations between the whole and the parts. The principle of disjunction, of separation (between objects, between disciplines, between notions, between subject and object of knowledge) should be substituted by a principle that maintains the distinction, but that tries to establish the relation. (Morin, 2007: 10–11).

A complexidade geral aponta para uma epistemologia de sistemas complexos que examina as relações entre as partes, bem como as próprias partes. Um forte reducionismo deixa assim de ser possível à medida que o foco da análise se desloca das partes para uma consideração dos conjuntos contingentes de relações entre elas. É essa contingência que nega os modelos simples e universais. Os melhores que temos são modelos parciais e provisórios. (Human & Cilliers, 2013: 32)

Neste sentido, a leitura econômica por meio da complexidade apresenta desafios, como a sua característica de ser aberta e fechada simultaneamente. Entretanto, como postula Derrida (1978), este duplo movimento sustenta um processo desconstrutivo sem sentido e que somente podemos falar de uma economia, no sentido de um discurso sobre a economia. Ambas são o mesmo fenômeno, um fenômeno complexo. Neste sentido, buscamos o conceito de *diferença* de Derrida (1982) e sua capacidade de permitir o entendimento dos sistemas complexos e suas economias. A *diferença* expõe a precariedade do sistema, à heterogeneidade de suas

forças. A complexidade do fenômeno nos impede de analisar economias de forma aberta e fechada, uma vez ser característica da complexidade. O modelo clássico é incapaz de oferecer análises corretas, uma vez que opera em modelos em que, para funcionarem, necessitam de excluir partes do próprio sistema.

2.2 Complexidade e ciência

As ciências se auto organizaram em torno da complexidade, tendo se adaptado e evoluído dinamicamente, ao longo do tempo, a partir de interações contínuas, intensas, não-lineares, interdependentes e transdisciplinares. Tal interdependência é uma das características determinantes de um sistema complexo e, por causa dela, os processos em que operam permanecem sempre em desequilíbrio se aproximando metaforicamente do caos. Por serem não-lineares, as interações não podem ser revertidas ou reconstruídas. É um mundo em que pequenas variações têm repercussão sistêmica e não passível de reprodução.

A complexidade deixa claras as limitações da ciência e, por outro lado, oferece um novo conjunto teorias, ferramentas e métodos para a produção de conhecimento, tanto no campo das ciências sociais, quanto nas ciências naturais. São fundamentos capazes de oferecer uma leitura singular, transcendendo um embate anacrônico entre os modos de acessar o conhecimento e representar a realidade. É uma base sobre a qual podemos construir o conhecimento teórico e testá-lo na prática. Note que o mesmo pode ser dito – e questionado – sobre o método científico, e é exatamente o que tem sido amplamente discutido. Os avanços nos estudos da complexidade revelam fragilidades cada vez mais evidentes do método científico, enquanto aparato de acesso ao conhecimento.

Nas ciências sociais, os fundamentos da complexidade foram apropriados de diferentes formas. Como resultado, emergiram, nesse campo, algumas convergências e outras divergências, bem como paradoxos, antagonismos e dilemas. Uma das apropriações mais prolíficas é a de complexidade como metáfora. São trabalhos

sistematizados pelo sociólogo John Urry com o foco numa visão global dos processos, em que a complexidade é um conceito-chave para o entendimento de manifestações sociais. Seu questionamento é sobre a capacidade da complexidade de gerar metáforas produtivas com poder de iluminar nossa compreensão sobre eventos sociais e políticos. Urry considera essas manifestações como fluidos globais, não necessariamente interligadas como o dinheiro, o terrorismo e, principalmente, a internet.

Such fluids demonstrate no clear point of departure, just self-organisation and movement at certain speeds and at different levels of viscosity with no necessary end-state or purpose. Fluid systems create over time their own context for action rather than being 'caused' by such contexts. This self-organisation can occur dramatically and overwhelmingly, like a flood or a torrent moving between or across borders or boundaries. The iconic global fluid is the internet. (2004)

Neste sentido, Urry assume a complexidade como um conjunto de conceitos para o conhecimento e, não necessariamente, uma qualidade inerente à realidade. Uma crítica feita a esta aceção é sua dificuldade em diferenciar sistemas sociais de sistemas naturais, pois o foco é nitidamente na aplicação pelas ciências sociais. Mais ambiciosa é a proposta de complexidade como modelo para uma visão unificada da ciência. Ao longo das décadas muitos cientistas buscaram teorias e conceitos capazes de oferecer uma resposta a tudo. Buscas historicamente inconclusivas. Uma tentativa recente foi a Fritjof Capra, físico teórico pioneiro nas análises complexas da realidade, baseadas em sua percepção de um universo em que as regras determinísticas newtonianas não mais funcionavam. Em seu trabalho mais recente, ele defende a existência de uma unidade geral da vida, com diferentes sistemas vivos compartilhando padrões similares de organização. Capra (2002) defende que sistemas são redes de comunicação com sentido e que geram novas redes de significado, em loops múltiplos e infinitos. É uma visão muito próxima à defendida pelos teóricos da complexidade.

A complexidade enquanto rede é outra apropriação dos conceitos compartilhados por pesquisadores e cientistas com foco no processo de

conhecimento. Sua base é matemática e, curiosamente, nos remete à Ptolomeu. O matemático e astrólogo grego, que viveu a maior parte de sua vida no Egito, acreditava nas relações matemáticas como chave para o entendimento do mundo visível e não visível. Idêntico propósito move grupos de cientistas como Miller e Page, que acreditam, ou pelo menos têm a esperança, de encontrar regras em sistemas complexos tão claras como as newtonianas. Seus métodos envolvem a aplicação de métodos computacionais em sistemas complexos em busca de algoritmos com capacidades analíticas ou mesmo preditivas.

Vale destacar a ascensão de correntes de pensamentos ligadas à teoria da computação e seus desenvolvimentos na área de *machine learning*, *deep learning* e inteligência artificial. A computação quântica, ainda em fase embrionária, tem potencial para oferecer a capacidade de processamento sonhada por estes cientistas e, quem sabe, efetivamente encontrar os padrões similares em execução em sistemas diferentes. Entretanto, há uma evidente contradição nos fundamentos deste arcabouço teórico. A não linearidade e sua conseqüente imprevisibilidade, como já discutido, é um dos fundamentos da complexidade. Mas, em sistemas complexos, eventos mínimos provocam grandes mudanças. Em conjunto, essas propostas de apropriação e uso dos conceitos criados em torno da complexidade expressam tanto a busca do conhecimento como sua impossibilidade. A diferenciação entre sujeito e objeto, moldada em séculos de método científico, também não sobrevive aos novos paradigmas dos estudos que vão da física quântica à biologia e ciências sociais. Como disse Heisenberg, em sua famosa série de conferência na *University of St. Andrews*, em 1956, não observamos a natureza, mas somente a natureza revelada pela nossa observação.

A proposta centrada na complexidade reconhece a existência de um mundo externo e que é aceitável nossa tentativa de buscar o conhecimento deste mundo. O que muda na teoria é sua centralidade na questão da interconectividade entre sujeito e objeto. Como propõem Bertuglia e Vaio (2005), referendando Heisenberg, a física quântica enterrou a ideia de que era possível separar uma situação de sua descrição,

pois o ato de descrevê-lo altera o objeto. Não há objetividade. É possível, entretanto, buscar o conhecimento, desde que, como pontuam os autores (2005):

...a further and fundamental revolution is given by the new role that chance and probability now assume, no longer the expression. Of our ignorance of the details of the phenomena, but intrinsic and unavoidable elements that characterize what we perceive as the system's evolution.

Ou seja, é essencial assumir o papel do acaso e da probabilidade atuando em conjunto tanto sobre o sujeito como sobre o objeto. É necessária uma reformulação das leis da dinâmica, a partir da probabilidade, para lidar com sistemas caóticos. Neste sentido, é importante reforçar que a complexidade e infinitude da natureza, do tempo, e do espaço exigem uma linguagem e uma aproximação diferente do universo.

2.3 Complexidade e sociedade líquida

O paradigma da complexidade permeia também, por óbvio, não apenas a epistemologia, quer seja mais geral ou mais específica a um campo. Ele não serve de lente para observar apenas a ciência. Por esse ponto de vista, pode-se analisar também a própria sociedade na qual estamos imersos e os fluxos e redes que a constituem e caracterizam. Assim, caminham lado a lado a ideia de complexidade aqui abordada e as noções de fluidez ou liquidez que têm sido usadas para descrever o sistema mundial vigente, globalizado, informatizado, conectado. Os avanços, as interfaces e o acúmulo tecnológico, entre vários outros elementos que compõem essa imbricada teia, abalam a rigidez científica ideal de outrora e nos fazem pensar mais nos processos que nos resultados, mais na observação que na predição, mais em tecer comentários que enunciar postulados.

Nossa sociedade, nos diz Manuel Castells (2010), é construída em torno de fluxos, quer sejam de capital, de interação organizacional, de tecnologia, de imagens, de sons, de símbolos. São tão constitutivos e ubíquos que, segundo ele, “não são apenas um elemento da organização social: são a expressão de processos que

dominam nossa vida econômica, política e simbólica” (2010, p.442). Essa visão fica enriquecida pela reflexão de Sutherland (2013) sobre a metafísica do fluxo. Ele toma de empréstimo a definição kantiana de metafísica, que indica aquilo que está além da capacidade humana de percepção direta. Para ele, a noção de fluxos é quase que inteiramente metafísica em seu conteúdo, do que deriva ver sentido em analisá-los sob esse viés e, assim, reconhecer e julgar os argumentos apresentados em seu estudo por essa balança, e não pela perspectiva filosófica. E completa:

Não podemos retornar a uma metafísica pré-kantiana na qual se vê que é possível derivar verdades universais a partir de observações subjetivas de fatos; devemos reconhecer os inevitáveis limites da cognição humana. Ao mesmo tempo, porém, isso não deveria nos impedir de discutir a metafísica por completo; do contrário, torna-se muito fácil cair na armadilha de um empirismo antropocêntrico que falha em reconhecer a contingência fenomenológica do espaço e do tempo e, portanto, trata a correlação entre a percepção humana e o mundo como se de alguma forma refletisse a realidade total do mundo em si (Sutherland, 2013, p.5, tradução livre)

Emergem também, a partir dessa exploração conceitual e teórica, constatações de Spinoza e McLuhan acerca da afetação que os corpos humanos sofrem a partir da relação com outros seres materiais. Spinoza (1955: 130–8) fala do aumento ou diminuição de poder nesse contexto, enquanto McLuhan (1964: 49) alerta para o fato de que as extensões do corpo humano não necessariamente aumentam seu poder uniformemente, mas que, com efeito, para cada extensão há uma correspondente amputação. Se as extensões das quais nos propomos a falar são aquelas que vem a nós por meio da tecnologia, logo nos chamam a atenção, em meio à liquidez de nossa sociedade e à complexidade do pano de fundo defronte o qual ela se apresenta, os variados desdobramentos do impacto dela em nossas vidas. Apesar do incremento de nossas capacidades produtivas em uma sociedade interconectada e digital, a necessidade inerente de que foquemos em algumas tarefas acaba por tolher nossa habilidade de especular e compreender o mundo.

Tais reflexões nos colocam diante do desafio de lidar com a complexidade, na acepção comum da palavra e de compreendê-la, como trataremos neste capítulo e ao longo do trabalho.

3 RECONHECENDO O CONHECIMENTO

Como formamos nossas convicções? As respostas variam, mas, em geral, se ancoram na experiência ou na aceitação da autoridade. Percorremos esses dois trajetos paralelamente. E ambos nos levam ao mesmo destino: a certeza de que aquilo que acreditamos é verdade. Porém, em tempos de Big Data e algoritmos “inteligentes”, os fatos já não são mais o que costumavam ser e ter clareza sobre eles se tornou tarefa árdua. Os estudos sobre a formação de crenças e convicções avançaram, desde o revolucionário artigo sobre dissonância cognitiva, no final dos anos 1950, às reflexões recentes de Daniel Kahneman, sintetizadas em seu “Rápido e Devagar, duas formas de pensar”.

Comum a essas duas abordagens desponta uma conclusão. Nossas convicções nos ajudam a navegar, num mundo que exige muito da capacidade de processamento do cérebro. Por meio delas determinamos automaticamente se uma atitude é eticamente correta ou condenável, se uma pessoa é feia ou bonita, se fantasmas existem ou não, se Deus criou o mundo, ou foi o acaso. Elas determinam o que consideramos ser possível e nos dão a medida do impossível.

Para Kahneman, ao se formarem, as convicções são armazenadas no inconsciente, uma estrutura mental acrítica, e passam a condicionar e automatizar as ações. Esse autor exemplifica esse mecanismo pelo ato de dirigir, o qual envolve decisões a cada placa, sem que se possa pensar em seu significado ou na sua veracidade. Essa seria uma resposta automática e, similar a ela, haveria milhares de outras no *mindset* orgânico que seria o disparador da cadeia responsável pela sensação de conforto, desde as decisões em si, até as convicções e o esforço para mantê-las.

A neurocientista Johanna Jarcho crê ter descoberto as causas orgânicas para o desconforto causado por uma verdade inconveniente. O córtex cingulado, próximo ao “centro” do cérebro, percebe inconsistências entre realidade e pensamento. A ínsula cerebral é ativada e causa a sensação de mal-estar. Segundo ela, somente a criação ou a substituição de um pensamento pode aplacar esta angústia. E o cérebro está a nosso serviço para evitá-la. É ele, o cérebro, que busca continuamente significado.

Tão logo nos chegam novos dados, eles são utilizados para reforçar nossas crenças ou são descartados, se as colocam em risco. Todos nós, nos sentimos desconfortáveis com pensamentos conflituosos, pois eles dificultam a tomada de decisão e, com frequência, levam a incômodas sobre nós mesmos e nossas perspectivas. Por esse motivo, nossas mentes procuram continuamente provas que validem nossas convicções. Esse processo, tecnicamente denominada dissonância cognitiva, tem sido estudado mais intensamente, desde o final da década de 1950.

Por trás do aumento de interesse no tema, a possibilidade de expandir a nossa capacidade cognitiva com máquinas e algoritmos capazes de processar uma quantidade imensurável de dados à nossa disposição. Basta que sejam bem cuidados. Uma matéria prima incrível. A abundância de informação não é exatamente fato novo. Para quem viveu no século 18, a imprensa de massa; no século seguinte, informações muito além do imaginável, com relatos e ilustrações de acontecimentos e descobertas distantes. Por sua vez, a comunicação no século 20, de base tecnológica, foi transformadora. Rádio, cinema e TV mudaram o mundo.

Contudo, foi a internet (na confluência entre computadores, satélites e aparelhos de telecomunicação) quem mudou o jeito de ver e pensar o mundo, quando propiciou um aumento exponencial do volume de dados em circulação. Dados criados e oferecidos, de forma gratuita, pelos próprios usuários. A cada clique, a cada toque no visor do celular, cada interação com o grupo no Whatsapp ou Facebook, deixamos um rastro de informações. Um levantamento recente, *Data Never Sleeps*, pontuou que 2.5 quintilhões de bytes são criados e disponibilizados na internet, todos os dias. A estimativa abrange tanto a memória ocupada nos grandes sites de armazenamento, quanto a crescente produção de conteúdo, nas mais diversas formas e espaços virtuais.

Em 2018, a cada minuto foram realizadas 3.877 milhões de pesquisas no Google, 49,3 mil fotos foram publicadas no *Instagram*, 473 mil *tweetadas* correram o *feed* da humanidade e 750 mil músicas foram tocadas no *spotify*. Os números não param de crescer, assim como a população na internet, que atingiu os 3,8 bilhões de pessoas.

Se estamos no limite da nossa capacidade cognitiva e temos tanto “conhecimento” a nosso dispor, por que não voltar a sonhar com seres humanos super sapiens? Um sonho antigo que já sonhamos juntos tantas vezes, desde os deuses e mitos da Grécia Antiga, e que agora pode se tornar realidade. E melhor, sabemos como!

Algoritmos inteligentes parecem ser caminho para a famigerada Inteligência Artificial. Computadores e códigos mimetizando a nossa criatividade, a fim de especular sobre os fatos da ciência e da vida cotidiana. Ágeis e hábeis para elaborar e investigar hipóteses, sem se restringir aos dados objetivos, tal como fazemos, mas numa velocidade muito superior. Os avanços poderiam ser tão rápidos que o primeiro humano “amortal”, termo cunhado por Yuval Harari, eventualmente, já pode estar entre nós. À frente dessa corrida, as *Bigtechs*. *Facebook, Amazon, Apple, Alphabet, Microsoft* sabem o nosso nome, gênero, aniversário, celular, email, localização, estado civil, trabalho, nível de escolaridade, endereço físico, endereço IP, o nome e endereço de seus amigos, os eventos que você participa, quando ficamos doentes ou estamos tristes, o conteúdo das mensagens compartilhadas e essa lista é interminável.

Na internet, manuais, sites e cursos vangloriam-se de suas técnicas para ludibriar as pessoas. Veja-se, por exemplo, dicas sobre como persuadir o cliente, com técnicas elaboradas de psicologia cognitiva. O uso malicioso é sucessivo e crescente, conforme mostra uma série de estudos de caso divulgados pelo *The Computational Propaganda Project*, vinculado à Universidade de Oxford. Com foco na manipulação política, os estudos mostraram que 45% das contas mais ativas de Twitter, na Rússia, eram *bots* (perfis falsos automatizados para distribuir qualquer tipo de informação). Eleitores de Taiwan foram bombardeados com propaganda chinesa, também via perfis falsos. O estudo também avaliou o Brasil, entre os 9 países.

A conclusão de Howard (data), é perturbadora: “as mentiras, o lixo e a desinformação estão amplamente disseminados de forma disfarçada na propaganda e são apoiados pelos algoritmos do *Facebook e do Twitter*”. O que também não é novidade. O fato novo é a dúvida levantada pela ciência, sobre a nossa capacidade cerebral de

compreender a realidade, mesmo se os dados forem bem cuidados e chegarem até nós de forma isenta. Ainda assim, estaremos condicionados às nossas crenças, pois são elas que nos dão o conforto que não queremos perder. É sob essas convicções, ora mais viciadas, ora menos, ora mais preconceituosas, ora menos, ora mais justas, ora menos que estão sendo desenvolvidos os algoritmos que mimetizarão a nossa “inteligência”. Se nosso cérebro automatiza o processo de tomada de decisão com base em nossas crenças que, por sua vez, são formadas a partir da nossa experiência com os dados; que decisões são essas que estamos tomando? E que inteligência é essa que está sendo programada ou criada nos algoritmos? Não é difícil imaginar o perigo de tudo isso junto e misturado. Pelo menos quatro lados (e não dois) da mesma moeda, já que o número de lados de uma moeda pode ser apenas uma crença.

Por um lado, nossas limitações cognitivas para diferenciar crenças, verdades, fatos e mentiras. Por outro, informações disponíveis para comprovar o que quer que seja. E como se não bastasse, uma super exposição a ideias e sugestões de máquinas e algoritmos desenvolvidos intencionalmente para nos manipular. E por fim, ainda que a manipulação não esteja entre as intencionalidades dos seus patrocinadores, não seria possível escapar das suas convicções, crenças, vícios e preconceitos fatalmente impregnadas nos códigos dos algoritmos que desenvolvem. Segundo Shermer (2001), a questão mais relevante a esse respeito é que primeiro formamos nossas opiniões e só depois buscamos evidências para sustentá-las. Ele descreve esse processo como belief-dependent realism, em que nossas convicções determinam nossa realidade e não o contrário.

Se nossas crenças e convicções determinam a nossa realidade, como reconhecer o conhecimento? Reconhecer no sentido de identificar e reconhecer no sentido de legitimar? Permaneceria a ciência autorizada a reconhecer o conhecimento e legitimá-lo? O método científico e suas variações dão conta desse papel?

3.1 Conhecimento e Verdade

O primeiro nível do conhecer é a sensação, contato imediato com o mundo, que não está espontaneamente articulada, num simbolismo como a linguagem, nem requer um fundamento de discurso e raciocínio. Unida à memória, registro de sensações recorrentes, a sensação se converte em experiência, a qual já carrega algum juízo, percepções individuais e imagens genéricas. Essa experiência é tanto fonte para a arte quanto para a ciência (GRANGER, 1920). A teoria do conhecimento se tornou disciplina filosófica independente, na Idade Moderna a partir de John Locke e de Kant (HESSEN, 2012, p. 14 e15), de 1781, onde foram tematizados o método transcendental e o criticismo.

Seja como criação, revelação ou potencialidade, as iniciativas de caracterizar e compreender os processos de conhecimento desembocam em formas de ver, estar e ser no mundo. Tais formas ora reconhecem a ação recíproca entre sujeito e objeto, na formação de suas identidades; ora preconizam que além de recíproca tais interações são multidimensionais, na perspectiva de que ambos, sujeito e objeto, podem ser vistos por inúmeras perspectivas; ora situam o sujeito como observador neutro de uma realidade com consistência metafísica a ser revelada.

A despeito de se fundamentarem em paradigmas distintos, tais abordagens convergem a respeito da função do sujeito de apreender novas informações e consolidá-las numa estrutura de pensamento transcendente que seria a base para

A fim de transcender o pensamento científico é calcado na perspectiva de “verdades temporárias” e “erros retificados”. As afirmações científicas são, nesse sentido, inferências passíveis de verificação. Nas palavras de Rescher (2003, p. 32):

“Scientific knowledge at the level of deep theory is always purported knowledge: knowledge as we see it today. In our heart of hearts, we realize that we may see it differently tomorrow - or the day after. We must stand ready to acknowledge the fragility of our scientific theorizing. All we are ever able to do in natural science is to select the optimal answer to the questions we manage to formulate within the real in of alternatives specifiable by means of the conceptual machinery of the day. And we have no reason to doubt - nay, we have every reason to believe - that the day will come when this conceptual

basis will be abandoned, in the light of yet unrealizable developments, as altogether inadequate.”

Nesse sentido, a ciência é essencialmente provisória, formada por teorias e enunciados considerados verdadeiros, até que se demonstre o contrário. Esse é o caminho palmilhado por Popper (2010, p. 102) para quem uma teoria científica é aceita apenas e tão-somente enquanto resiste aos mais severos testes contra ela desferidos. Destarte, dia haverá em que essa resistência não mais subsistirá e a teoria antiga sucumbirá ante a nova e assim por diante. Para Bachelard, o conhecimento científico se constitui se distinguindo do conhecimento comum, por meio dos métodos que utiliza.

Kant (2001), logo no início da introdução da “A Crítica da Razão Pura”, pontifica não restar dúvida de que todo o conhecimento humano começa pela experiência. Segundo ele, efetivamente, que outra coisa poderia despertar e pôr em ação a nossa capacidade de conhecer, senão os objetos que afetam os sentidos e que, por um lado, originam por si mesmos as representações e, por outro lado, põem em movimento a nossa faculdade intelectual e levam-na a compará-las, ligá-las ou separá-las, transformando assim a matéria bruta das impressões sensíveis num conhecimento que se denomina experiência. Assim, na ordem do tempo, nenhum conhecimento precede a experiência e o conhecimento científico eminentemente teórico, racional e universal. Já o senso comum é conhecimento empírico e assistemático, pois ocorre no dia a dia de modo espontâneo.

Para Popper (2010, 217-222) o conhecimento está intimamente ligado ao realismo, sendo indemonstrável e irrefutável, não podendo ser testado, razão pela qual é chamado de realismo metafísico. Assim, o senso comum é aquele tipo de conhecimento prático que rege a maior parte de nossas ações diárias (MARQUES NETO, 2001).

Donde vem mais um ponto de convergência relacionado que retira a veracidade do conhecimento comum, na medida em que é simplesmente empírico diferentemente da ciência que se notabiliza pela sistematicidade, controle e rigor. O senso comum, pois, constitui o coletivo da pura e simples captação individual da realidade, tem como

base a opinião e nele não há elaboração intelectual sólida, porquanto é assistemático, sem nexos com outros conhecimentos e “ambíguo”.

Nesse sentido, o conhecimento comum é produzido social e assimetricamente no bojo da sociedade, parte do real ou “dado” e, portanto, é passivo. Já o conhecimento científico não é contemplativo, mas sim operativo. É antes de verdadeiro, uma aproximação POPPER (2010).

Bachelard tenta explicar as rupturas ao longo da evolução do conhecimento científico. Para ele, a evolução do conhecimento científico é descontínua e acontece pela oposição aos sistemas anteriores, buscando transpor obstáculos ontológicos e epistemológicos. Sendo assim, uma nova teoria não só rompe com a anterior, mas também com todo o sistema de explicações contido no conhecimento acumulado, retificando-o e, conseqüentemente, abrindo um espaço teórico inteiramente novo dentro da ciência. Bachelard identifica dois obstáculos na construção do conhecimento científico: o da representação da realidade e o dos preceitos do senso comum, ao qual se opõe, especialmente nas ciências sociais.

Na pós-modernidade, a ciência busca dialogar com outras formas de conhecimento, mormente com o senso comum, deixando-se penetrar por elas (SANTOS, 2009, p. 55). Paul Feyerabend (2011, p. 97) adverte que há sociedades, como a da China Continental, em que procedimentos tradicionais são combinados com ideias científicas e incitam uma melhor compreensão da natureza e a um tratamento melhor das disfunções individual e social.

Enrique Aftalión, José Vilanova e Julio Raffo trabalham o conhecimento na vida cotidiana. Afirmam eles que o conhecimento do mundo e das coisas, dos objetos ou entes, a forma originária pela qual se tem acesso a tais entes, consiste no trato mantido com eles, na vida cotidiana. A verdade não constitui uma possessão, mas sim algo que o conhecimento aspira e, no ato de conhecer, o homem trata com o desconhecido, o qual permite uma atitude aberta ao conhecimento (AFTALIÓN; VILANOVA; RAFFO, 2004).

Porém, verdades de fato conseguem integrar-se de imediato na ciência e aqui está o principal ponto de contato entre os conhecimentos científico e comum. Ora, se nem mesmo a ciência tem condições de desenvolver um conhecimento verdadeiro, conforme delinea Popper, mas apenas momentaneamente aceitável pela comunidade científica, por que criticar a “irracionalidade” do senso comum? Este, apesar de produzido não sistematicamente, tem os seus acertos (muitos momentâneos, tal qual a ciência) e deste modo pode perfeitamente integrar-se ao conhecimento científico, produzindo-se um “saber unificado”. Um movimento dialético entre os mesmos, poderia favorecer às relações dos seres humanos, no mundo.

Por fim, é de boa proposta ressaltar que Álvaro Cruz (2009, p. 150), evocando questionamento de Watkins, elaborado a partir da análise das teorias de Popper e Kuhn, pergunta se não seria exatamente o excesso de pesquisas empíricas o que promoveria o avanço da ciência normal. O que se propõe é uma mudança de perspectiva sobre a produção do conhecimento, num primeiro momento, e o desenvolvimento de novos métodos para se elaborar uma teoria do conhecimento válida hodiernamente, em seguida. O modelo dialético, em seu aspecto geral, procurar unir elementos antes contrapostos, mas que hoje podem ser vislumbrados como vias de comunicação dupla e real na produção de novos paradigmas.

3.2 Ciência: paradigmas, dogmas e métodos

Transpor a fronteira de crenças ao conhecimento e deste à ciência é um ritual de legitimação (URRY, 2005), processo endógeno que enaltece a comunidade científica e a coloca como a guardiã da compreensão do ser e estar no mundo.

Tal como a religião, a ciência parece uma das tradições acerca do conhecimento e, como tal, possui seus dogmas e instrumentos de legitimação.

Várias foram as descobertas ou criações da ciência que implicaram na sua (re)concepção. O “princípio da incerteza” descrito por Heisenberg, em 1958, trouxe o

pesquisador, até então considerado um observador neutro, para o espaço de interação modificadora com o objeto e, portanto, para o espaço em que se constrói a própria ciência. Por consequência, os chamados “achados da ciência” se revestem e condicionam por crenças e valores sociais, bem como por intencionalidades individuais.

Segundo Freire-Maia (1998), nem mesmos os filósofos se inclinaram a uma definição do termo **ciência**. Todavia, Souza, Santos e Dias (2013, p. 12), afirmam que “Não existe uma única concepção de ciência”. Assim, ressalta-se que não há pretensão de apresentar uma nova definição, mas sim uma acepção apropriada no âmbito desta pesquisa. Algumas acepções de ciência são evidenciadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Acepções do termo “ciência”

Acepção	Autor
ciência é todo um conjunto de atitudes e de atividades racionais, dirigida ao <u>sistemático</u> conhecimento com objetivo limitado, capaz de ser submetido a <u>verificação</u>	Ferrari (1974)
ciência é um conjunto de conhecimentos racionais, certos e prováveis, obtidos metodicamente <u>sistemizados</u> e <u>verificáveis</u> , que fazem referência a <u>objetos de uma mesma natureza</u>	Ander-Egg (1978)
a ciência é um conjunto de descrições, interpretações, teorias, leis, modelos, etc., visando ao <u>conhecimento</u> de uma parcela da realizada, em contínua ampliação e renovação, que resulta da aplicação deliberada de uma metodologia especial (metodologia científica)	Freire-Maia (1998)
ciência é um modo de compreender e analisar o mundo empírico, envolvendo o conjunto de <u>procedimentos</u> e a busca do conhecimento científico através do uso da consciência crítica que levará o pesquisador a distinguir o essencial do superficial e o principal do secundário	Cervo e Bervian (2002)
A ciência, portanto, constitui-se em um conjunto de proposições e enunciados, hierarquicamente correlacionados, de maneira ascendente ou descendente, indo gradativamente de fatores particulares para os gerais e vice-versa, comprovados (com a certeza de serem fundamentados) pela pesquisa empírica (submetidos à <u>verificação</u>)	Lakatos e Marconi (2007)
A ciência pode ser entendida como uma sistematização de conhecimentos, um conjunto de proposições <u>logicamente</u> correlacionadas sobre o comportamento de certos fenômenos que se deseja estudar.	Souza, Santos e Dias (2013)

Fonte: Adaptado de Souza, Santos e Dias (2013, p. 11, sublinho da autora).

Em observância aos traços supracitados, a homogeneidade das mesmas circunda os aspectos da promoção de estudos científicos, por meio de procedimentos lógicos, sistemáticos e verificáveis, visando o conhecimento acerca de determinado fenômeno. Desse modo, a caracterização – não definição – de ciência dá-se pela aplicação de

procedimentos sistemáticos (planejados) e verificáveis (submetidos a comprovação) para ampliação do conhecimento sobre determinado fenômeno.

Considerando que para fazer ciência há o uso de procedimentos sistemáticos e verificáveis acerca do fenômeno em estudo, Kerlinger (1979, p.18) observa que “[...] o propósito da ciência é chegar à teoria, inventar e descobrir informações válidas de fenômenos”, refletindo em uma forma de conhecimento racional e sistemático da realidade, capaz de ser verificável (BARROS; LEHFELD, 2007).

A racionalidade é um atributo relacionado ao sujeito-pesquisador e, portanto, todo conhecimento do mundo sofre interferências devido a subjetividade do indivíduo (KERLINGER, 1979). Assim, sistematizar consiste em legitimar o processo de fazer ciência, fazendo uso de procedimentos aceitos como válidos, permitindo, assim, submeter a teoria a verificação.

Neste aspecto a metodologia científica apresenta-se como uma meta-ciência que estuda, explica, interpreta e descreve meios que contemplam modos de abordagem de problemas científicos (BARROS; LEHFELD, 2007). Para Minayo (1998, p. 22), metodologia é “[...] o caminho e o instrumental próprios da abordagem da realidade”, um meio no qual o pesquisador se apoia para contemplar os fenômenos, ou seja, é o estudo dos caminhos e instrumentos utilizados para fazer ciência (DEMO, 1995).

Assim, têm-se a ciência como uma busca pela ampliação de conhecimentos, por meio de procedimentos metodológicos aceitos como válidos, passíveis de replicabilidade e verificação. Ao longo do desenvolvimento científico diversos procedimentos metodológicos surgiram, de modo a constituir paradigmas na ciência.

Etimologicamente, o termo paradigma tem origem no grego “parádeigma” (παράδειγμα) que significa "padrão" ou “modelo” ou "exemplo". Nas ciências, o conceito de paradigma floresceu com Kuhn (1962) que, juntamente com Lakatos e Feyerabend, criticou veementemente as bases racionais do positivismo, fomentando transformações significativas na filosofia da ciência, na década de 1970. Nesse momento, o método experimental foi questionado, as simulações de problemas

concretos desconectados de seus contextos reais foram criticadas, bem como a separação entre sujeito e objeto. A ideia positivista de existência de um mundo exterior acessível aos pesquisadores, por meio de métodos objetivos que, ao mesmo tempo, os protegiam de suas próprias crenças e valores foi veementemente contestada.

Em resposta à crise do positivismo, emergiu o pluralismo metodológico característico da produção de conhecimento científico, desde então. Em linhas gerais, houve o deslocamento do foco do contexto de justificação para o de descoberta científica, destacando a importância da compreensão dos determinantes históricos e sociais da ciência. Como consequência desse pluralismo metodológico, tornou-se imprescindível considerar as bases e crenças sobre o mundo, na construção e legitimação do conhecimento científico.

O paradigma pode ser então conceituado como um conjunto de premissas coerentes entre si que orientam a produção do conhecimento científico, tendo função cognitiva, por permitir o compartilhamento de esquemas mentais por grupos da comunidade científica, e uma função política ao justificar posicionamentos em relação aos arranjos de poder. Fornecendo o meio para a análise de plataformas teóricas, metodológicas e práticas, os paradigmas, culminam em crenças e categorias de análise que guiam o pesquisador em suas ações (GUBA; LINCOLN, 1994), resultando em formas e modos de contemplar os fenômenos do mundo.

Para Guba e Lincoln (1994) um paradigma é uma meta-teoria constituída por pilares ontológico, epistemológico e metodológico. Ontologicamente, os paradigmas buscam responder questões sobre a natureza daquilo que é conhecível. Epistemologicamente, dialogam com a natureza do relacionamento entre aquele que conhece (o pesquisador) e o objeto a ser conhecido (conhecível). Metodologicamente, referenciam os procedimentos para acessar e alcançar aquilo que é conhecível na investigação do fenômeno (ALARCÃO, 2001; MARIZ *et al.*, 2005; GUERRIERO; 2015), ou seja, os caminhos e instrumentos utilizados para fazer ciência (DEMO, 1995).

Para Kuhn (1922-1996) o paradigma remete ao que membros da comunidade científica partilham entre si, sendo considerado um bom paradigma aquele que resolve os problemas que são propostos e que permite replicações subsequentes do mesmo (BOEIRA; KOSLOWSKI, 2009). Enquanto Kuhn concebe a noção de paradigma como algo comum partilhado em uma comunidade, Morin compreende paradigma como uma perspectiva não limitada a uma comunidade, mas como algo que traz consigo implicações mais profundas e intrinsecamente relacionadas, como linguística, lógica, aspectos sócio-culturais e cérebro-psíquicos (BOEIRA; KOSLOWSKI, 2009). Em releitura às obras de Morin, Boeira e Koslowski (2009, p. 14) assinalam: “Para ele [Morin], o termo paradigma não se limita ao saber científico – remete para todo o conhecimento, todo o pensamento, todo o sistema noológico”, ou seja, paradigma está relacionado as ciências e ao espírito humano.

Desse modo, considerando as acepções de ciência e paradigma, reajusta-se esses termos de modo a compreender a composição “paradigma científico”. Adota-se a noção de ciência como a busca pela ampliação de conhecimentos, por meio de procedimentos metodológicos sistematizados, válidos, verificáveis e passíveis de replicabilidade (FERRARI; 1974; ANDER-EGG, 1978; FREIRE-MAIA, 1998; CERVO; BERVIAN, 2002; LAKATOS; MARCONI, 2007; SOUZA; SANTOS; DIAS, 2013). Por paradigma, admite-se a perspectiva de Kuhn (1998), situada no âmbito da comunidade científica, sendo “[...] as realizações científicas universalmente reconhecidas que, durante algum tempo, fornecem problemas e soluções modelares para uma comunidade de praticantes de uma ciência” (KUHN, 1998, p. 105).

Assim, a denominação de paradigma científico, considerada nesta tese, segue os preceitos de Kuhn (1998), sendo um paradigma aquele modelo compartilhado por uma comunidade científica para a resolução de problemas da ciência, por meio de instrumentos metodológicos científicos passíveis de replicabilidade. Desse modo, a comunidade científica expande seus conhecimentos acerca dos fenômenos por meio do uso dos instrumentos e procedimentos metodológicos do paradigma vigente.

Não obstante, Kuhn (1998) apresenta a perspectiva de crise de um paradigma. Para esse filósofo, quando um paradigma não soluciona os problemas apresentados pela ciência é instaurado um estado de crise e, mediante a isso, novas teorias, instrumentos e procedimentos são criados, acarretando, por conseqüentemente, no surgimento de um novo paradigma. Dito de outro modo, “O significado das crises consiste exatamente no fato de que indicam que é chegada a ocasião para renovar os instrumentos” (KUHN, 1998, p. 105).

Entretanto, a transição para um novo paradigma não é um processo simplista. A aceitação de um novo arquétipo científico, composto por teorias e procedimentos inovativos, culmina em um processo disruptivo que derroca o paradigma anterior paulatinamente, até que o novo padrão científico seja aceito e adotado – ou pelo menos considerado – pela comunidade científica. Kuhn (1998) assinala que:

A transição de um paradigma em crise para um novo, do qual pode surgir uma nova tradição de ciência normal, está longe de ser um processo cumulativo obtido através de uma articulação do velho paradigma. É antes uma reconstrução da área de estudos a partir de novos princípios, reconstrução que altera algumas das generalizações teóricas mais elementares do paradigma, bem como muitos de seus métodos e aplicações. (KUHN, 1998, p. 116)

Ao longo do curso histórico da ciência, alguns paradigmas assumem papéis proeminentes, permanecendo vigentes e dominantes por longos espaços de tempo, e, frequentemente, resistindo ou coexistindo com pressupostos contraditórios.

O paradigma positivista se sustenta na crença de que existe uma realidade externa unívoca e dirigida por leis naturais imutáveis. Tal realidade seria acessível empiricamente aos pesquisadores, pressupondo a sua postura neutra e distanciada em relação ao objeto de estudo. Sob esse paradigma, a função da ciência seria descobrir a verdadeira natureza realidade, a fim de predizê-la e controlá-la. Como consequência dessa ontologia realista, as pesquisas sob o paradigma positivista são condicionadas pela epistemologia objetiva e suas práticas valorizam os métodos experimentais que situam a origem da verdade científica na natureza objetiva do mundo e não na subjetividade do pesquisador.

Numa versão modificada do positivismo, o pós-positivismo ou neopositivismo mantém o pressuposto ontológico de existência unívoca da realidade, mas afasta-se ideia de que tal realidade é acessível diretamente pelos mecanismos sensoriais e imperfeitos do ser humano. Epistemologicamente, o neopositivismo toma a objetividade como regularidades passíveis a erros de observação e, portanto, de crítica pela comunidade científica. O método experimental prevalece, porém, inserido numa abordagem multi-métodos ou mista, na qual são combinadas métricas quantitativas e análises qualitativas trianguladas (Denzin, 1970).

O paradigma crítico mantém o pressuposto realista, mas rejeita o postulado positivista de neutralidade dos pesquisadores. Sendo assim, o conhecimento científico reflete e está condicionado aos valores dos seus proponentes, assumindo a sua subjetividade. Como consequência a pesquisa científica se torna um ato político, baseado na ontologia realista crítica e numa epistemologia subjetiva, em que os valores individuais atuam como moderadores do processo investigativo. A metodologia é a dialética, na medida em que esse paradigma fomenta a ampliação da consciência dos pesquisadores pela crítica sobre as conjecturas emergentes do seu encontro com a realidade.

O paradigma reducionista, proposto por Descartes e coroado por Newton, é o padrão científico ainda vigente na contemporaneidade (CAPRA, 2014; CREMA, 2015; PEREIRA, 2017; CORREA, 2019). Também denominado por paradigma cartesiano-newtoniano, em homenagem aos seus propositores – Descartes em latim é expresso na palavra *Cartesius* – esse padrão científico constituiu uma perspectiva mecânica no mundo e nas ciências.

Descartes defendia que a dúvida era o primeiro estágio para se atingir o conhecimento verdadeiro acerca de um fenômeno. Mediante a concepção e aceitação da dúvida, Ele propôs um método para o atingimento do conhecimento indubitável. Esse método estabeleceu que o fenômeno deveria ser dividido em menores partes e que cada parte deveria ser analisada e compreendida isoladamente, de modo a alcançar a compreensão do fenômeno em seu todo (DESCARTES, 2017). A redução do

fenômeno em menores partes resultou na denominação desse paradigma como reducionista. Descartes também visualizava os fenômenos da natureza e da vida como sendo possíveis de serem entendidos e explicados por leis matemáticas, considerando tais fenômenos pela perspectiva mecânica. Assim, emerge a concepção do homem enquanto máquina – corpo e mente – e a do universo governado por leis da matemática.

A filosofia de Descartes influenciou Newton. Amparado na perspectiva mecanicista de Descartes, Newton propôs a lei da gravidade, lei da atração de corpos e decomposição da luz solar no espectro, sendo considerado o fundador da mecânica clássica (FERREIRA *et al.*, 2009), coroando, assim, a perspectiva de Descartes. Conforme Newton

Oxalá pudéssemos também derivar os outros fenômenos da natureza dos princípios mecânicos, por meio do mesmo gênero de argumentos, porque muitas razões que me levam a suspeitar que todos esses fenômenos podem depender de certas forças pelas quais as partículas dos corpos, por causas ainda desconhecidas, ou se impelem mutuamente, juntando-se segundo figuras regulares, ou são repelidas e retrocedem umas em relação as outras. Ignorando essas forças, os filósofos tentaram em vão até agora a pesquisa da natureza. (NEWTON, 1974, apud CREMA, 2015, cap. 2, sem número)

Em ênfase, Descartes e Newton previam que fenômenos diversos poderiam ser explicados pela matemática e pelos princípios mecânicos, sendo que tais explicações e a compreensão de tais fenômenos dar-se-ia pelo entendimento das partes de modo disjunto do todo. Segundo Pereira (2017)

Newton e Descartes eram defensores contumazes da previsibilidade, certeza, estabilidade, ordem, rigidez, linearidade, ou raciocínio sequencial, razão e objetividade, preocupação com as partes, problemas entendidos isoladamente. (PEREIRA, 2017, p. 10)

Entretanto, Weil (2001), Morin (2005), Capra (2014), Crema (2015) e Pereira (2017) defendem que o reducionismo não é mais suficiente para tratar os problemas da atualidade. Isso porque os fenômenos contemporâneos são mais intrincados dos que os que se tinha no passado, em detrimento ao avanço da ciência e dos conhecimentos ampliados por essa e, portanto, dividir o problema em menores partes (reducionismo)

promove a extinção das conexões entre as partes, de modo a se obter um entendimento não do todo inicial, mas de um novo todo, sem as ligações erradicadas.

Morin (2005), defende que para tratar os problemas da atualidade é necessário abordar os fenômenos por meio do paradigma da complexidade, também denominado pensamento complexo (BOEIRA; KOSLOWSKI, 2009). Esse paradigma contrapõe o reducionismo em sua essência, uma vez que desconsidera a divisão do fenômeno em partes para que se possa compreender o objeto de estudo em sua integralidade.

No paradigma da complexidade o fenômeno estudado não deve ser dividido, pois esse é *uno* e assim deve ser compreendido. Também não deve ser entendido pelo estudo unicamente de si, mas junto ao todo em que está inserido. Assim, o homem deve ser compreendido considerando sua unidade – corpo e mente – junto a natureza e o ambiente que o circunda, pois o homem atua no ambiente e habita a natureza, assim como a natureza constitui o ambiente que habita o homem. A diversidade e a variedade existente nas interconexões entre o todo devem ser preservadas,

Isto é, tudo isso se entrecruza, tudo se entrelaça para formar a unidade da complexidade; porém, a unidade do *complexus* não destrói a variedade e a diversidade das complexidades que o teceram. (MORIN, 2005, p. 188)

De forma análoga a Morin, Capra defende que o reducionismo atingiu seu limite na compreensão do mundo. Entretanto, ele (2014) demarca que o paradigma sistêmico é a o paradigma imperativo para as questões da ciência contemporânea. Essa visão (p. 170) “Significa olhar para um organismo vivo na totalidade de suas interações mútuas”. As perspectivas de Capra (2014) de Morin (2005) se aproximam em singularidades. O sistêmico e o complexo veem a necessidade de compreender o todo e suas conexões, para que se possa atingir uma visão íntegra do fenômeno, aproximando tais paradigmas por serem abordagens que contrapõe a fragmentação proposta pelo reducionismo.

Capra (2014, p. 198) e Morin (2005, p. 261) também concordam que “O todo é mais que a soma de suas partes”, evidenciando que a redução disseca as conexões entre as partes e, por conseguinte, suas propriedades únicas, formando um novo todo,

distinto do original. Entretanto, Morin (2005, p. 261) adiciona que “O todo é menos do que a soma das partes”, pois as partes inibem propriedades em detrimento da desestruturação do todo, e “O todo é mais do que o todo”, pois as partes agem no todo e o todo nas partes, constituindo a complexidade.

Segundo Capra (2014)

A primeira característica do pensamento sistêmico, e a mais geral, é a mudança da perspectiva das partes para o todo [reducionismo]. Os sistemas vivos são totalidades integradas cujas propriedades não podem ser reduzidas às de partes menores. Suas propriedades essenciais, ou “sistêmicas”, são propriedades do todo, que nenhuma das partes tem. (CAPRA, 2014, p. 113, sublinho da autora)

Para Morin (2015)

[...] o todo organizado é alguma coisa a mais do que a soma das partes, porque faz surgir qualidades que não existiriam nessa organização; essas qualidades são "emergentes", ou seja, podem ser constatadas empiricamente, sem ser dedutíveis logicamente; essas qualidades emergentes retroagem ao nível das partes e podem estimulá-las a exprimir suas potencialidades.

Neste aspecto as perspectivas se distanciam pelo que é denominado nesta tese como direção. Capra (2014) aborda as partes pela perspectiva do todo num processo unidirecional, de cima para baixo, enquanto Morin (2005) o contempla de modo omnidirecional – em todas as direções –, na qual tanto as partes como o todo agem de forma a constituir a natureza do que é complexo e, portanto, as propriedades emergem das ações multivariadas que ocorrem em todos os sentidos. Em outros termos, o paradigma sistêmico compreende o fenômeno de fora para dentro, ou seja, do todo para as partes, enquanto o paradigma da complexidade defende que não há uma direção para compreensão, pois tudo se relaciona com tudo, ou seja, as partes com o todo e o todo com as partes, determinando a complexidade do fenômeno.

Em continuidade, esses paradigmas também se distanciam por uma característica sutil: a aceitação da existência das partes. Conforme Capra (2014), o pensamento sistêmico é ancorado na definição de sistema, que advém do grego *syn + histanai* (“colocar junto”), e “[...] passou a indicar a compreensão de um fenômeno dentro do

contexto de um todo maior [...] Compreender as coisas sistematicamente significa, literalmente, colocá-las em um contexto, estabelecer a natureza de suas relações” (CAPRA, 2014, p. 94).

Assim, o pensamento sistêmico admite a existência das partes, uma vez que ao inserir o fenômeno em um contexto maior esse se torna uma parte de um todo amplo e, ao colocá-los juntos – fenômeno (parte) e todo maior –, as relações entre essas grandezas se estabelecem. É uma perspectiva que pode ser visualizada em camadas, na qual a mais interna determina um todo que, quando adicionado a um novo contexto forma um novo todo, que detém a parte interna.

Por sua vez, “[...] o pensamento complexo tenta dar conta daquilo que os tipos de pensamento mutilante se desfazem, excluindo o que eu chamo de simplificadores e por isso ele luta, não contra a incompletude, mas contra a mutilação” (MORIN, 2005, p. 176, sublinho da autora). A mutilação faz menção a fragmentação proposta pelo reducionismo e, portanto, a complexidade é apresentada por Morin (2005) como algo entrelaçado que constitui um só todo completo, culminando no resgate da unidade antes da fragmentação e, por conseguinte, na rejeição da existência das partes. Dito de outro modo, o pensamento complexo assume que o fenômeno não deve ser dividido, pois é possível constatar suas propriedades empiricamente, sem a necessidade de divisão do fenômeno por um processo lógico redutor. Assim, mantêm-se todas as propriedades do fenômeno sem que seja necessário dividi-lo, sustentando a complexidade existente no *uno* para que seja possível estudar o todo de forma completa e íntegra.

Destarte, os paradigmas reducionista, sistêmico e complexo se aproximam e afastam pelas perspectivas de admissão das partes e direção das formas de abordar o fenômeno, como apresentado no Quadro 2.

Quadro 2 – Paradigmas científicos: aproximações e afastamentos

	Admite a existência das partes	Direção
Reduccionismo	Sim	Unidirecional (Partes → Todo)
Sistêmico	Sim	Unidirecional (Todo → Partes)
Complexidade	Não	Omnidirecional (um todo <i>uno</i>)

Fonte: Adaptado de Souza, Santos e Dias (2013, p. 11, sublinho da autora).

Os aspectos expressos no Quadro 2 demarcam as características de duas abordagens – sistêmica e complexidade – apresentadas como alternativas para os problemas da ciência, sendo que ambas contrapõem a perspectiva do paradigma reducionista. Todavia, esta seção exprime paradigmas por uma ótica especificamente teórica, sendo necessário compreender esses pela perspectiva empírica, ou seja, pelo posicionamento desses na contemporaneidade. Esse posicionamento é realizado nas seções seguintes desta tese, explorando diversos aspectos e os ambientando no contexto do trabalho nas organizações (seção **Erro! Fonte de referência não encontrada.**) e nos avanços tecnológicos para com o trabalho (seção 3.3).

3.2.1 O Dogma da Matemática Relativizado na Estatística

Etimologicamente a palavra Estatística está associada ao vocábulo latino *status* (Estado). Tal associação provém de indícios do seu uso como aliada do Estado na realização de censos que subsidiavam o cálculo de impostos, desde o ano 3000 A.C.. Àquela época já se realizavam levantamentos da população e suas posses na Babilônia, China e Egito (DAVID, 1962), os quais eram denominados “Censos” que deriva de “Censere” que, em Latim, significa taxar. Apesar dessa e de outras práticas, a Estatística alcançou o status de disciplina autônoma somente no século XVII, tendo como objetivo fundamental a descrição dos bens da população e do Estado e o estudo da mortalidade. Naquele momento, os ingleses John Graunt (1620-1674) e William Petty (1623-1687), preocupados em buscar leis quantitativas que explicassem numericamente fenômenos sociais e políticos, analisaram exaustivamente dados de natalidade e mortalidade e os organizaram em tabelas que atualmente são denominadas Tábuas de Mortalidade e que representaram o berço da Demografia. Um dos resultados mais importantes dos estudos de Graunt e Petty foi a constatação de que o nascimento de crianças do gênero masculino (51%) era sensivelmente superior ao de crianças do gênero feminino (49%).

Em seus primeiros momentos como ciência autônoma, a Estatística foi marcada pela publicação, em 1713, de *Ars Conjectandi*, em Latin, que, traduzido para o inglês, foi intitulado, *The Art of Conjecturing* por Jacob Bernoulli (1654-1705). Nessa obra póstuma o Teorema de Bernoulli, atualmente conhecido como A Lei Fraca dos Grandes Números, foi publicado e demonstrado para a comunidade matemática. Em seguida, em 1718, Abraham de Moivre (1667-1754) publicou *The Doctrine of Chances* reeditado em 1738 e 1756 robustecendo a teoria de probabilidade.

Concomitante e paralelamente, Bayes desenvolveu a teoria da probabilidade inversa publicado em 1765 no seu livro póstumo, "*Essay towards solving a problem of the doctrine of chances*". No teorema que leva seu nome, Bayes faz a primeira tentativa de matematizar a Inferência Estatística, preconizando que a probabilidade de um evento após a realização de um experimento é dependente da sua probabilidade à priori, a qual dependerá do conhecimento prévio a respeito do próprio evento. Bayes denominou tais probabilidades, respectivamente, como "probabilidade à posteriori" e "probabilidade à priori". Aqui se coloca uma questão para este pré-projeto. A teoria de Bayes e os estudos de Fleck e Morgan estariam relacionados, na medida em que reconhecem o conhecimento e pressupostos prévios a respeito do objeto com um dos principais fatores que influenciam os resultados de estudos a ele relacionados?

Após a Teoria de Bayes, inúmeros matemáticos, astrônomos e físicos, como Roger Boscovich (1711-1787), Tobias Mayer e Perre Laplace, motivados por necessidades advindas da Astronomia, publicaram as primeiras tentativas de otimizar métodos de modelagem preditiva pela minimização do erro de estimação, ao que denominaram Modelagem por Desvios Absolutos Mínimos ou *Least Absolute Deviation (LAD)*. Apesar dessas iniciativas paralelas e originadas de necessidades diversificadas, o primeiro período proeminente da Estatística teve início entre 1805 e 1809 quando Adrien Legendre (1752 – 1833) e Johann Gauss (1777 – 1855) introduziram a Teoria de Mínimos Quadrados que se constituiu como a base para os Modelos de Regressão Linear utilizados em inúmeras áreas de conhecimento atualmente. Tratava-se do primeiro grande marco da Estatística que possibilitou a ampliação da sua utilização e aplicação, Seal (1967), Plackett (1972) e Stigler (1977).

Nos anos que se seguiram, Gauss se envolveu ou foi envolvido em algumas disputas e mal entendidos. A primeira transcorreu de um episódio relacionado a um dos seus trabalhos mais importantes e disseminados: a Distribuição de Gauss ou A Lei de Gauss, derivada a partir do uso do Teorema de Bayes, o que já teria sido preconizado por Simon de Laplace (1749-1827), um matemático, astrônomo e físico francês. Por esse motivo, tal lei é frequentemente denominada Lei de Laplace-Gauss, especialmente nas escolas francesas, Stigler (1975); Sprott (1978) e suporta inúmeras aplicações estatísticas que se orientam pelo pressuposto de distribuição normal das variáveis ou dos erros aleatórios decorrentes de uma estimação.

Outro período de pujança para a Estatística se iniciou no século XIX, especialmente com o trabalho de Gauss que fora equiparado a Newton e Arquimedes (BINGHAM, 2006) no que se refere à produção científica. No entanto, os oitenta anos seguintes testemunharam um período de profunda estagnação (Stigler, 1977). Eram tempos de guerra com o domínio da França na Europa num movimento liderado por Napoleão Bonaparte que foi um grande patrocinador da ciência. Entre suas principais ações, Napoleão impôs o sistema métrico aos países europeus conquistados pela França e fundou novas instituições voltadas ao desenvolvimento de pesquisas científicas, especialmente na Matemática, considerando o grande legado de matemáticos como Lagrange, Laplace, Legendre, Fourier e seus contemporâneos. Estas ações criaram as condições necessárias à confirmação da liderança francesa também nessa área de conhecimento. A partir daí, segundo Stigler (1986), os principais matemáticos que também pesquisavam assuntos ligados à Estatística passaram a se dedicar, predominantemente, à produção científica em Matemática, o que tornou a época ímpar para esta ciência. Em seguida, originada pela reconstrução da Europa após a Era Napoleônica, a Revolução Industrial representou um contexto propício ao amplo desenvolvimento da Engenharia que sustentava a substituição do trabalho artesanal pela produção em escala industrial. Este contexto social, econômico e político representa uma das principais teses de Stigler para a estagnação do desenvolvimento da Estatística neste período. Segundo este autor, as contribuições dos trabalhos de Quetelet (1796-1874), precursor do Homem-médio e do Determinismo, e de Poisson (1781-1840) nos estudos de criminalidade, as quais foram fundamentais para a

ciência, não se comparam com o desenvolvimento vertiginoso ocorrido na Matemática e da Engenharia na mesma época.

Em suas publicações, Stigler destaca três conjuntos de hipóteses para este período de pausa no desenvolvimento da Estatística e da Probabilidade. O primeiro conjunto reúne a dificuldade de desenvolver a estatística em si, tanto na sua integração com outras áreas de conhecimento, quanto na transposição de sua origem modesta para a forma moderna atual e de, principalmente, reconhecer a relação simbiótica da mesma com a Inferência. O segundo conjunto se refere à competição pela energia dedicada à produção científica estabelecida entre a Estatística, a Matemática e a Engenharia, sendo que estas últimas se favoreceram pelo momento político, social e econômico da época. O terceiro conjunto se remete à importância de se fazer a pergunta certa no contexto e momento oportunos. Ao fazê-lo, a Estatística se coloca a serviço do processo científico, nas indagações que lhes são pertinentes. Foi esse movimento iniciado por Galton (1822-1911) que conduziu decisivamente à segunda fase vigorosa e expressiva do desenvolvimento dessa ciência.

Numa época em que o Darwinismo, pela Teoria da Evolução Natural, tinha revolucionado a Biologia, Francis Galton (1822-1911), motivado a introduzir métodos quantitativos no estudo da hereditariedade após o início dos estudos de Gregor Mendel (1822-1884) em 1865, estudou a altura de adultos com relação à mesma variável dos seus respectivos pais e mães. Sua principal conclusão foi que a herança genética, no que concerne à altura, tende a zero na medida em que as gerações vão se passando, ou seja, a contribuição dos tataravós para a altura dos seus tataranetos será sempre menor do que a dos seus bisavós que será menor do que a dos avós e assim sucessivamente.

Este renascimento num contexto oportuno criou condições para que a Estatística se desenvolvesse até o que conhecemos atualmente. Os Modelos de Regressão Linear para a predição de variáveis quantitativas passaram a ser usados em inúmeras áreas de conhecimento, em 1936 Fisher propôs a Análise Linear de Discriminante para prever variáveis qualitativas categorizadas, em 1940 vários autores propuseram

simultaneamente os Modelos de Regressão Logística utilizados amplamente pelas Ciências Biológicas e, em 1970, Nelder e Wedderburn cunharam o termo Modelos Lineares Generalizados para todo esse conjunto de métodos. Até 1970, a Estatística tinha avançado significativamente em torno de modelos lineares. Com o advento do avanço tecnológico na década de 80, a Estatística foi ampliada ao estudo das relações não lineares com os Modelos Aditivos Generalizados.

A transposição das limitações anteriormente impostas pelos recursos tecnológicos disponíveis para suportar o processamento dos algoritmos dos métodos de modelagem e para o armazenamento de dados criou um potencial para a continuidade do desenvolvimento dessa área de conhecimento. Porém, segundo Efron,

“During the 20th Century statistical thinking and methodology have become the scientific framework for literally dozens of fields including education, agriculture, economics, biology, and medicine, and with increasing influence recently on the hard sciences such as astronomy, geology, and physics. In other words, we have grown from a small obscure field into a big obscure field.”

Afirmações como estas, relativamente comuns na comunidade Estatística, fazem emergir questões sobre a natureza e o processo de integração desta ciência com outras, tanto no campo da pesquisa científica, quanto no da gestão entre outras.

Na pesquisa científica, Fleck (1935) explora a construção social da ciência aplicada ao caso da sífilis, enfatizando o caráter social e a ideia dialética de que o estilo de pensamento e o coletivo de pensamento induzem a uma interação particular com o objeto do conhecimento, nessa perspectiva o estabelecimento de um fato científico é fruto de uma construção social. Em diversos momentos dessa produção, é possível observar a análise da integração da Estatística aos estudos científicos.

Na pesquisa social, segundo Morgan (1983) a ciência envolve uma interação entre o cientista e o objeto da investigação, enfatizando que o que o cientista observa está diretamente relacionado à natureza desta interação (Heisenberg, 1958). Esse autor defende a tese de que a ciência é basicamente um processo de engajamento do pesquisador com o objeto de estudo, por meio de um processo de interação que depende do espaço de referência do pesquisador, o qual orienta a leitura que o

mesmo fará do objeto, bem como os métodos que ele escolherá para realizar a sua pesquisa. Nessa perspectiva, o mesmo objeto poderia ser objetivado de inúmeras formas por observadores ou pesquisadores diferentes, o que nos leva a questionar a isenção como meio de objetivar o conhecimento. Em suas análises e na dos estudiosos convidados para a elaboração da obra, a integração da Estatística com as pesquisas sociais, seja explícita ou implicitamente, é uma constante.

Na gestão, a Estatística tem sido utilizada como suporte aos processos decisórios, inicialmente nos níveis estratégicos e, atualmente, também nos níveis tático e operacional. Ao longo dessa trajetória, o mundo corporativo utilizou-se de inúmeras terminologias na tentativa de ressignificá-la, re-conceituá-la e, principalmente, reintegrá-la à gestão. As expressões *Business Intelligence*, *Data Mining*, *Market Intelligence* e, recentemente, *Gestão Estratégica da Informação*, *Statistical Thinking*, *Big Data and Analytics*, entre tantas cunhadas pelas áreas de marketing, representaram tentativas de elevar os níveis de reflexão e ação estratégica das organizações, no entanto, terminaram, em geral, com um grande descolamento entre a ideação e a produção de tabelas e gráficos simplórios que tentam representar relações complexas entre variáveis orientadoras do processo decisório. Além disso, tais tentativas se resignaram a promover recortes do aparato tecnológico e instrumental da Estatística numa perspectiva de processamento das análises e não na de utilizá-la como apoio à reflexão crítica e analítica dos diversos campos de estudo científico e técnico.

3.2.2 Métodos plurais ou intencionais?

A pluralidade, ou proliferação, contemporânea de métodos de pesquisa decorreu de uma reação da comunidade acadêmica ao positivismo e à objetividade com que vê o mundo. Tal pluralidade culminou em diversos discursos nas ciências sociais, os quais deixam de ser inteligíveis e comparáveis entre si, uma vez que estão balizados por paradigmas distintos.

Partindo desses pressupostos ou paradigmas distintos, as estratégias de pesquisa apresentam contradições ontológicas, o que implica na ruptura de uma das premissas da ciência que é a de sempre avançar. Há que se considerar as fontes, os significados e implicações da ciência. Além disso, o autor evidencia que a natureza da pesquisa é dependente da escolha do pesquisador e que, considerando a imbricação de tal escolha com premissas epistemológicas e ontológicas, seus resultados são produto do próprio pesquisador. Esse resultado contrasta com a premissa convencional de uma pesquisa neutra, com processos técnicos e isentos, nos quais o pesquisador simplesmente revela ou descobre o conhecimento.

Nesse contexto, autor Flyvberg faz uma reflexão: Qual seria o papel do **contexto** no conhecimento humano e em suas competências? Ele parte do pressuposto de que o contexto é algo central para se entender o que é a ciência social e o que ela pode vir a ser. A intenção não é indicar e analisar todas as possíveis maneiras em que as pessoas possam adquirir conhecimento, ou rever as muitas escolas e teorias que existem sobre o assunto. Pelo contrário, o autor pretende lidar com a fenomenologia do aprendizado humano formulada por Hubert e Stuart Dreyfus.

Os estudos fenomenológicos do aprendizado humano indicam que as pessoas passam por diversas fases ou níveis no processo aprendizagem, onde as “habilidades” são entendidas como um conjunto de conhecimento técnico e intelectual. O modelo de Dreyfus opera com cinco níveis no processo do aprendizado humano: i) Iniciante, ii) Iniciante avançado, iii) atuante competente, iv) Atuante capacitado e v) Especialista. Para Dreyfus esses são níveis fenomenológicos porque consistem em reconhecer, com qualidade, diferentes maneiras de agir e atuar no processo de aprendizado.

Entre um **iniciante** que vivencia um dado problema, numa única situação, e um **atuante experiente** com profunda experiência em diferentes situações, está a construção da intuição. Um nível onde as situações são reconhecidas não somente intuitivamente, mas também em sincronia e de forma holística.

O modelo de Dreyfus nos possibilita entender porque os virtuosos simplesmente não usam regras. As regras para o sistema de um especialista são formuladas apenas porque o sistema demanda. São características do sistema, e não do especialista.

Finalmente, O modelo de Dreyfus possui um avanço notável a partir dos três primeiros níveis para o quarto e o quinto. Os avanços implicam no abandono de regras que foram utilizadas como bases mais importantes para agir. Essas regras de ação são substituídas pela avaliação do contexto como um todo e pela intuição. Logicamente as ações são substituídas por experimentos. As melhores atuações dentro de uma área específica requerem qualitativamente uma especialidade diferenciada. Nesse momento o indivíduo se baseia na intuição, experiências e julgamentos. Ainda não há um programa de computador que consiga identificar e simular essa especialidade somente os seres humanos são capazes de se especializarem.

Intuição é a habilidade desenvolvida diretamente na experiência vivida – física, emocional, intelectualmente – e reconhecer a similaridade entre as situações já vividas e as novas. A intuição é interna, é individual de cada ser. Pesquisas realizadas anteriormente não conseguem provar como a intuição e o julgamento podem ser adquiridos através de regras e explicações, nas quais, se seguidas, nos levam ao mesmo resultado que o comportamento intuitivo. Esse tipo de “externalização” é possível somente na racionalidade analítica, que, para esse aprendizado, caracteriza os níveis mais baixos do processo de aprendizado. Para o autor a racionalidade se tornou um pensamento analítico, a separação da consciência em duas partes. O comportamento arracional, em contrapartida, é o comportamento situacional, sem a divisão da consciência analítica e avaliação de acordo com as regras de contexto independente.

O modelo de Dreyfus não tem somente consequências relevantes, mas sim um valor adicional a ele é construtivo. Ele esclarece o que o autor chama de “falácia racional” (rationalfallacy) e não dá ênfase à racionalidade e às análises enquanto fenômenos. Seu modelo leva a percepção do quão inadequado o pensamento de modo racional é

para a compreensão do espectro total da atividade humana, ambos em relação às atividades do dia-a-dia e das situações raras de virtuosidade.

Diante desse contexto, a **teoria é possível na ciência social**? Podemos falar de uma ciência unificada? Ou as ciências naturais e as ciências sociais deveriam ser vistas como basicamente duas atividades diferentes?

O modelo das ciências naturais tem uma simplicidade lógica exclusivamente gozada pelas ciências naturais e não caberia às ciências sociais tentar mimetizá-la.

De acordo com Flyvbjerg (2001), a discussão sobre a ambição de Marx e Freud em desenvolver suas ciências dentro das ciências naturais não é muito interessante nos dias de hoje, porém a questão básica sobre o fato o modelo das ciências naturais ser apropriado para o estudo da atividade humana ou não é ainda oportuna.

Apesar da hermenêutica significar, segundo Wilhelm Dilthey e, em partes, por Max Weber, uma atividade ligada somente ao estudo de atividade humana, hoje também se discute o fato de as ciências naturais também estarem historicamente inseridas nesse contexto requer uma interpretação hermenêutica. Em outras palavras, o ideal das ciências naturais, não pode sequer ser encontrado nas ciências naturais. Os cientistas naturais devem, por sua vez, determinar o que constitui fatos relevantes, métodos e teorias, como por exemplo, o que conta como natureza.

Metodologia é uma prática concreta da racionalidade. Nesse sentido, nas ciências naturais falta objetividade como na ciência social. Em algumas interpretações, essa evolução surge a partir da ideia de que a ciência irá, eventualmente, descrever a lei universal da natureza. Complexidade, chance, irreversibilidade, tempo e evolução entraram para a física e o levaram a debates sobre como esse protótipo das ciências naturais pode ser epistêmico no senso clássico de Aristóteles. As ciências sociais não envolvem revoluções científicas, como disse Kuhn. Elas se encontram sempre em estado de reorganização, caracterizado por múltiplas direções.

Para Flyvbjerg (2001), alimentar a ideia de que os estudos sobre seres humanos e a sociedade se encontram num estágio de pré-paradigma implica numa futura maturação das ciências sociais e produzirá um estágio ainda mais paradigmático caracterizado pela ciência normal. Ele entende que há uma distinção fundamental entre a ciência normal e ciência não normal, uma distinção que atravessa os limites de estudos dos interesses humanos por um lado e o estudo da natureza por outro.

Na visão pré-paradigmática as ciências naturais e sociais se encontram num período cumulativo, estável, e previsível que podem experimentar um momento de previsões confusas e incorretas. Por exemplo, enquanto os cientistas políticos não concordam sobre o que constitui “o político”, os físicos parecem concordar muito mais com o que consiste no fenômeno da física. Esse estado de interesse não necessariamente permanece o mesmo. Acredita-se que o pré-paradigmático permite um olhar bastante otimista para com as ciências sociais. As diferenças entre as ciências naturais e sociais parecem ser muito constantes e compreensivas para serem uma coincidência histórica.

Nesse caso, para as ciências sociais o objeto é o assunto em questão. Anthony Giddens expressa as diferenças dessas ciências em dois tipos, a primeira é uma interpretação pessoal das pessoas incluídas na pesquisa, e a segunda é a interpretação dos pesquisadores. Devido ao conhecimento do pesquisador ser interno em relação a suas atividades, os etno-metodologistas lutam para que pesquisadores percebam com clareza seus procedimentos ao produzirem conhecimento. A formalização e teorização do histórico de habilidade dos pesquisadores para uma regra verdadeira são necessárias para que haja uma objetividade, segundo os etno-metodologistas. De qualquer maneira, essa formalização não é possível pois as habilidades básicas dos pesquisadores são situacionais. A partir desse pensamento, o autor conclui que não há provas verdadeiras que validem os pontos de vista hermenêutico ou racionalista.

No livro *The Order of Things*, Foucault menciona que indivíduos e sociedade, que ele chama de “ciências humanas”, entendem os seres humanos em dois modos, os dois

constituindo o que conta como fatos nessa ciência e ao mesmo tempo como um objeto para uma pesquisa teórica e empírica. Foucault transforma a perspectiva a partir de uma interpretação própria numa hermenêutica dupla daqueles sendo estudados e a pesquisas fazendo o trabalho duplo para a raça humana, ambos como “**doador significativo**” e “**sem significância**” enquanto objetos de estudo, de quem direciona o estudo e para quem o estudo é direcionado.

A base de argumentação de Flyvbjerg (2001) é a de que a atividade humana não pode ser reduzida a um conjunto de regras, no entanto, sem regras não há teoria. Não há ninguém que tenha encontrado outros elementos que poderiam fazer o estudo das atividades humanas previsíveis que exclua a possibilidade de que eles talvez existam.

Os quatro argumentos sobre a possibilidade e a impossibilidade da teoria da ciência podem ser resumidos, segundo o autor, da seguinte forma:

- 1) No argumento pré-paradigmático não há nada que previna a ciência social de se tornar uma ciência normal no futuro.
- 2) O argumento fenomenológico-hermenêutico de Anthony Giddens e Harold Garfinkel demonstra que o estudo da atividade humana deve ser baseado na própria interpretação situacional da pessoa.
- 3) O argumento histórico de contingência, de Foucault diz que a ciência estável e acumulativa, que estuda o comportamento humano, não são possíveis pois os humanos tanto constituem essas ciências, como são seu objeto.
- 4) O argumento de habilidades táticas, de Dreyfus e Bourdieu é o mais completo e rigoroso dos quatro. Ela diz que para que ocorra um estudo estável e acumulativo das ciências sociais presume-se que haja uma teoria com fundo histórico das habilidades humanas, o que seria impossível de ser adquirido. Isso parece impossível porque por que as habilidades humanas estão num “contexto-dependente” e não

podem ser reduzidas a regras, enquanto uma teoria precisa ser livre de um contexto e ter regras.

A partir de uma ótica convencional sobre o que seria uma ciência ideal, é precisamente a ciência normal que se encontra no núcleo de sua identidade científica. O objetivo é claro, mesmo sendo impossível.

Flyvbjerg (2001) conclui pontuando que, sem crer que é possível haver teoria e epistemologia nas ciências sociais, muitos estudiosos temem que se abra espaço para o relativismo e o niilismo científico. Porém, em sua opinião, essa possibilidade já é um fato.

De acordo com Flyvbjerg, as ciências sociais não contribuem para desenvolvimento científico da ciência normal e da teoria previsível de Kuhnian. A ciência natural tem muito pouco a oferecer para análise reflexiva de objetivos, valores e interesses que é uma pré-condição para esclarecer o desenvolvimento em qualquer sociedade. Nos quesitos em que a ciência natural é fraca, a ciência social é forte, e vice-versa. Para Aristóteles, o desafio mais importante dos estudos políticos e sociais, era desenvolver o valor racional da sociedade, que são as racionalidades científica e técnica.

Os pensadores sociais, Max Weber, Michel Foucault e Jurgen Habermas tem mostrado que por mais de dois séculos que o “valor-racionalidade” (value-rationality) tem aumentado, assim, dando passagem a racionalidade instrumental.

O termo “ciência epistêmica” deriva de uma virtude intelectual que Aristóteles chama de episteme, que normalmente traduz como “ciência” ou “conhecimento científico”. A episteme apesar de ser uma preocupação universal, sua produção de conhecimento se torna invariável no tempo e espaço onde alcança a racionalidade analítica. A epistemologia corresponde ao ideal científico moderno como é expressado na ciência natural. A episteme se assemelha dentro do projeto científico moderno do autor no mesmo local em que a techne e phronesis denotam duas funções contrastantes de trabalho intelectual: (N.T.: Techne pode ser traduzido como arte, no sentido artesanal). E para Flyvbjerg (2001), as três virtudes intelectuais se caracterizam como:

- *Episteme* – conhecimento científico: universal, invariável, contexto independente.
- *Techne* – arte: pragmático, variável, contexto dependente.
- *Phronesis* – ética: deliberação sobre valores com referência prática.

Phronesis se preocupa com a análise de valores como um ponto de partida para ação -- “coisas que são boas ou ruins para o homem”. O autor coloca que algumas interpretações de virtudes intelectuais de Aristóteles deixam dúvidas se *phronesis* e *techne* são categorias distintas, ou mesmo, se *phronesis* é uma forma mais experiente de *techne*.

Segundo o autor, Aristóteles é claro nesse ponto. Se as duas virtudes intelectuais envolvem habilidades e julgamento, um tipo de virtude intelectual não pode ser reduzido para outra. *Phronesis* é sobre valores de julgamentos, e não sobre produzir coisas. Baseado no pensamento de virtudes intelectuais, Aristóteles enfatiza propriedades de um trabalho intelectual. Que no julgamento do autor, é fundamental para a produção de conhecimento no estudo de indivíduos e sociedade. Aqui, o autor simplesmente conclui, que apesar de importantes, o concreto, prático e o ético foram negligenciados pela ciência moderna.

Ciência política e prudência (*phronesis*) encontram-se no mesmo estado de espírito, não são idênticas, porém, *phronesis* é também encontrada em algum ponto no dia a dia do indivíduo. Prudência possui dois aspectos: um é controlador e direcionado, é a ciência legislativa, o outro lida com circunstância pessoal, é prática e deliberativa.

Sem levar em conta a ausência de um termo para *phronesis* no vocabulário moderno, o principal objetivo para as ciências sociais com o método *phronesis* é de continuar análise e interpretação do status de valores e interesses na sociedade voltados para as ações sociais levantando as seguintes questões:

- 1) Para onde estamos indo?
- 2) Isso é necessário?

3) O que poderia ser feito?

Após discutir as implicações do poder para *phronesis*, o autor adiciona uma quarta pergunta: “Quem ganha e quem perde?”

Ao responder essas perguntas, Flyvbjerg (2001) utiliza os estudos políticos e sociais não apenas como um espelho para a sociedade, mas também como os olhos, nariz e ouvidos da sociedade. Ele coloca que Max Weber foi o primeiro a desenvolver uma teoria compreensiva e análise sistemática sobre o desenvolvimento irracional de uma sociedade moderna. Weber fala de um irracionalismo ocidental e foca num racionalismo social e nas consequências culturais de forma que causem uma alienação e a erosão de valores tradicionais.

As ciências sociais podem, também, contribuir para o desenvolvimento social como *techne* numa “luta corporal” com o social, cultural, demográfico e problemas administrativos. Finalmente, o autor menciona que os gigantes nos estudos de indivíduos e sociedade – Marx, Freud, Weber, por exemplo – praticavam na sua ciência o *episteme*.

Para tratar sobre o sistema de valores ligados ao “viver bem”, Flyvbjerg (2001) usa o exemplo de Brian Palmer, um empresário de sucesso que leva uma vida confortável e trabalha numa grande empresa. Ele se orgulha de seu desempenho na empresa e sua evolução, mas tem mais orgulho ainda de sua ideia de sucesso conhecida como “meu sistema de valores”. O autor relata que com essa ideia ficou estabelecida uma tensão central sobre individualismo e comprometimento social no modo americano de viver.

Flyvbjerg (2001) afirma: “O conceito fundamental nas ciências sociais é o poder, da mesma forma em que a energia é um conceito fundamental na física” e, ao mesmo tempo, questiona a importância do poder para as ciências sociais contemporânea. O trabalho de Habermas e Foucault destaca uma tensão essencial no pensamento sobre o poder. Essa tensão é baseada em consenso e conflito. Habermas é um filósofo de *Moralitat* (moralidade), que parte das ideias de Kant com base no consenso. Já

Foucault, que segue Nietzsche, é um filósofo de *wirkliche historie* (história real) baseado em termos de conflitos.

Segundo o autor, Habermas diz que “com Kant, a era moderna foi inaugurada”, e também menciona a importância da tentativa de Kant em desenvolver uma fundação racional universal para instruções democráticas. Habermas concorda com Kant sobre a necessidade de desenvolver uma fundação para democracia e todas as instituições, mas o ponto de vista de Habermas mostra que Kant falhou nas suas tentativas de alcançar seus objetivos.

A maioria dos filósofos contemporâneos e cientistas sociais aceitam as consequências de mais de dois milênios de tentativas falhas para estabelecer a constituição universal da filosofia, das ciências sociais, e da organização social, tendo concluído que a fundação não parece ser viável.

De acordo com Habermas, essa experiência central é inerente à vida social humana: “a razão comunicativa implica diretamente no processo da vida social”. Ele não deixa dúvidas de que usando o termo “inerente”, quer dizer inerente universalmente. A consequência é que seres humanos são definidos como seres democráticos, como *homo democraticus*.

O autor menciona que Habermas define eficácia como um consenso sem força. Eficácia e verdade são asseguradas onde os participantes envolvidos em um discurso respeitam 5 requerimentos-chaves no processo de discurso ético:

- 1) Nenhuma parte afetada pelo que está sendo discutido deveria ser excluído do discurso (requerimento geral).
- 2) Todos os participantes deveriam ter possibilidade igual para apresentar e criticar a eficácia das alegações no processo do discurso (autonomia).
- 3) Participantes devem estar disponíveis para cuidar da validade de afirmação de cada um (função ideal).

4) Diferentes poderes existentes entre os participantes devem ser neutralizados de um modo que essas diferenças não tenham efeitos na criação do consenso (neutralidade de poder).

5) Os participantes, devem, abertamente, explicar seus objetivos e intenções, e essa conexão deixa de ser uma estratégia de ação (transparência).

Finalmente, dadas todas as implicações para os primeiros requerimentos, pode-se adicionar um sexto: tempo ilimitado.

Como consequência, o estudo do processo de lidar com poder estabelecendo um consenso, e a afirmação de validação na qual o processo foi construído, se baseia no ponto central do trabalho de Habermas.

Segundo o Flyvbjerg (2001), se Habermas estiver certo sobre a importância da constituição escrita e reforma institucional, as probabilidades são boas por regular o poder e mudança de governo numa direção mais democrática.

Nos termos de Aristóteles sobre a eficiência intelectual episteme, techne e phronesis, Foucault alterou significativamente seus interesses conforme o desenvolvimento de seu trabalho, ele estava profundamente envolvido com as possibilidades dos estudos dos interesses humanos se tornarem um assunto científico epistêmico. Logo em seguida, perdeu o interesse e se reorientou do foco em episteme para techne, o estudo de governo.

Foucault nunca apresentou uma descrição mais precisa de seu método de pesquisa, sua inspiração foi significativamente extraída do método Nietzsche, ambos metodologicamente e substantivamente, adotando o conceito genealógico de Nietzsche para designar uma das principais atividades de seu método. Porém, não é Foucault quem conecta genealogia com a cor cinza, e sim Nietzsche.

Assim como Aristóteles fala de phronesis, o genealogista enfatiza um ponto particular, porque a experiência genealógica diz que o que é comum é, muitas vezes, vazio e

banal. O autor diz que a genealogia, conseqüentemente, requer paciência e conhecimento de detalhes, e isso depende de uma acumulação vasta de material de pesquisa.

A leitura contemporânea de phronesis fazem as seguintes perguntas: Quem ganha? Quem perde? Através de que tipo de poder? Quais as possibilidades disponíveis para a troca de um tipo de relação de poder? E, é necessário fazê-lo?

A análise de poder pode ser guiada por um conceito de poder que pode ser especificado por seis características:

- a. O poder é visto como produtivo e positivo e não restrito e negativo.
- b. O poder é visto como uma rede densa de relações onipresentes e não localizada em “regiões centrais” e instituições.
- c. O conceito de poder é visto como ultradinâmico. O poder não é somente algo inapropriado, mas também algo utilizável e exercício num movimento constante de vai e volta na força das relações táticas e de estratégias.
- d. Conhecimento e o poder, a verdade e o poder, a racionalidade e o poder são analiticamente inseparáveis um do outro. O poder produz conhecimento e vice-versa.
- e. A questão central é como o poder é exercido, e não somente quem tem o poder.
- f. O poder é estudado como um ponto de partida em questões pequenas.

Flyvbjerg (2001) destaca que Donald Campbell, Charles Lindblom e outros notaram que o desenvolvimento da pesquisa social está impedido devido ao fato de que pesquisadores tendem a trabalhar com problemas nos quais a resposta para a pergunta “Quem notaria caso você estivesse errado sobre isso?” é: “Ninguém”.

Pesquisadores phronéticos procuram transcender esse problema de relevância ancorando suas pesquisas num conteúdo estudado e assim, assegurando uma “fusão de horizontes” hermenêutica.

Os pesquisadores phronéticos iniciam seus trabalhos com “perguntas simples” e focando no que Clifford Geertz chama de “descrição densa”. Um processo que, com uma certa frequência pode parecer tedioso e fútil. Nietzsche e Foucault enfatizam que isso requer “paciência e conhecimento dos detalhes”, e isso depende de uma “acumulação vasta de fonte de material”. Nietzsche, o responsável pela defesa do “paciência e seriedade nas pequenas coisas”, expressa algo similar, porém mais radical, levando em conta a importância do detalhe quando ele diz todos os problemas da política, de organização social e de educação foram forjados inúmeras vezes... pois alguém rejeitou as “pequenas coisas”, o que significa a preocupação sobre a vida em si.

Através de palavras e conceitos, ou seja, do discurso continuam as tentativas de pensar que as coisas podem ser mais simples do que parecem ser. Segundo Nietzsche, “há metodologia filosófica oculta na linguagem”. Como o autor aponta, pesquisas phronéticas focam na atividade prática e no conhecimento da prática nas situações do dia a dia.

Em um primeiro momento das pesquisas phronéticas, as práticas são gravadas e apenas descritas como eventos. O questionamento de Foucault não se refere aos códigos e sim aos eventos, ele tenta responder essa pergunta sem relacioná-la à uma conscientização. Na visão dele a descrição de prática como eventos enfrenta e ganha forças para que a vida possa funcionar, e a realidade não é bonita.

Flyvbjerg (2001) nos mostra que, para Aristóteles, é preciso ao identificar conhecimentos de “circunstâncias particulares” como um ingrediente principal de phronesis. Foucault trabalhou do mesmo modo de acordo com o ditado “nunca perca de vista uma referência que o leve a um exemplo concreto”.

A pesquisa phronética foca em questões dinâmicas: “Como?”, além do mais estruturado: “Por que?”. Ela está voltada ao entendimento (verstehen) e a explicação (erklaren). Fenômenos de efeitos sociais são investigados e interpretados em relação aos processados.

No estudo das relações de poderes, o autor mostra como Foucault reforça a pergunta “Como?” fazendo análises narrativas, que são atividades interligadas. Muitos observadores notaram que a narrativa é um método antigo e talvez uma das formas mais antigas para que a experiência faça sentido.

Pesquisadores phroneticos focam nos níveis de atuação e de estruturas, e também na relação entre os dois, na tentativa dos dualismos: ator/estrutura, hermenêuticos/estruturalismo e voluntarismo/determinismo. Atores e suas práticas são analisados em relação as estruturas e as estruturas em termo de agência.

Há uma fixação evidente de que a conexão entre ator/estrutura seja um problema sem solução. De fato, isso não pode ser um problema de maneira nenhuma, como dizia Vaughan, mas apenas um artefato de disponibilidade de dados e treinamento licenciado.

Segundo o autor, a pesquisa phronetica, se bem-sucedida, inclui uma polifonia de vozes. Mesmo que o objetivo dessa pesquisa seja para dar continuidade num dialogo social e numa práxis na sociedade, ao invés de gerar um conhecimento verificado com clareza.

A importância de qualquer interpretação dada num diálogo vai depender de até que ponto a exigência da validade da interpretação é aceita. No livro *Habits of The Heart*, Robert Bellah e seus coautores expressaram uma esperança de que o leitor testará o que nós dizemos sobre sua própria experiência, vai argumentar se o que é dito não é válido, e melhor ainda, vai aderir a uma discussão pública oferecendo interpretações superiores às nossas interpretações que poderão evoluir para uma discussão mais complexa. Por fim, perceberemos se essa validação ocorre com outras exigências e interpretação.

3.2.3 Ciência social phronetica

A interpretação da pesquisa phronetica não exige do pesquisador uma concordância com o entendimento diário do ator, nem a descoberta de algo mais profundo de suas

práticas. Para esse modelo de pesquisa, praticada de acordo com a linha heurística, o autor sugere o termo “ciência social phronetica”. Uma tarefa de pesquisa praticada no princípio básico heurístico seria providenciar exemplos concretos e narrativas detalhadas de como o poder funciona e suas consequências, sugerindo como o poder pode ser trocado e trabalhar baseado nas suas consequências.

Flyvbjerg (2001) relata que a função das ciências sociais phroneticas seria esclarecer e deliberar os riscos e problemas que enfrentamos e contorná-los de um modo diferente com conhecimento total.

O autor menciona que ocorreu algo importante que provaria seu trajeto profissional em vida. Ele trabalhava como estagiário de uma autoridade de planejamento regional na Dinamarca. O ambiente era de ambição e renovação. Segundo ele, isso era como deveria ser; o autor se encontrava na hora certa, no lugar certo.

O trabalho era continuar uma pesquisa social, educacional e de serviços de saúde com o propósito de encontrar os prós e os contras sobre a centralização e a descentralização desses três setores. Um dos assuntos encontrados foi um estudo britânico que mostrava como o comportamento das crianças melhorava ou piorava entre a casa e a escola. Nessa pesquisa havia a conclusão de que há bons resultados, psicológicos e econômicos minimizando a jornada das crianças entre a casa e a escola.

O autor então incluiu seu conhecimento junto aos resultados da pesquisa britânica, o que faria a diferença nos prós e nos contras da decisão do governo: se o desenvolvimento urbano deveria ser centralizado ou descentralizado.

Para empoderar e reencantar as ciências sociais, e recuperá-la de suas missões atuais como a perdedora da “Guerra” das ciências, haverá a necessidade de tomar as seguintes medidas. Segundo o autor, é preciso abandonar esforços inúteis para simular o sucesso da ciência natural produzindo teorias previsíveis e acumulativas; os problemas terão que ser levados a comunidades locais, nacionais ou globais, na qual vivemos; e, por último, comunicar imediatamente os resultados das pesquisas ao

envolvidos. Se assim for feito, as ciências sociais serão transformadas numa ciência pública desenvolvida para o público.

A falta da ligação entre ciências sociais básicas e aplicadas, não significa que a ciência não é vista como um modelo *techne*. Essas ciências ajudam com a averbação, administração, controle e redistribuição de recursos junto com outros grupos sociais

Para Gareth Morgan, a ciência é um processo de engajamento e não de busca de conhecimento que pode ser avaliada de forma ambígua, pela ideia de que ela envolve formas de engajamento humano?

Sendo assim a ciência não seria somente uma aquisição de conhecimento, mas um meio de expressão dos pesquisadores. Os cientistas relacionam um tema de estudo interagindo com ele, através de um molde de referência, assim como, o que é observado e descoberto na sua objetividade é fruto de sua interação, do protocolo e da técnica pelas quais eles são operacionalizados como sendo um objeto em si. Com isso o autor conclui que é possível engajar um objeto de estudo de formas diferentes. Um mesmo objeto é capaz de produzir diferentes tipos de conhecimento. O que nos levaria ao entendimento de que o conhecimento pode ser visto como potencialmente apoiado no objeto de pesquisa investigado, e de que a ciência do ser pode ser relacionada à descoberta de potencialidades – conhecimentos possíveis.

Uma pesquisa com base no engajamento acredita que o pesquisador e o objeto pesquisado sejam vistos como parte de um todo. E a partir disso, questiona a ideia de que seja possível ficar fora do processo de pesquisa e o avaliar de qualquer forma que seja. Essa ideia sugere que se deva concentrar mais em explorar a diversidade da pesquisa e suas consequências por meio do modelo baseado na ideia do discurso refletivo ou “conservação” (*reflective discourse*, or “*conversation*”).

Diferentes perspectivas de pesquisa propiciam diferentes tipos de manifestações de conhecimento, e o critério sobre o que é significativo à cada pesquisa varia de uma para outra. Essa pesquisa surge, portanto, da necessidade de se elaborar novos significados com respeito a como explorar essa diversidade e quais seriam as

implicações disso, no sentido de se substituir a preocupação com a avaliação por uma preocupação mais generalizada, pensando nos méritos e significância dos diferentes pontos de vista.

Gareth Morgan apresenta um resumo de diferentes casos de estudo a partir de uma estrutura base composta por:

- **Constitutive Assumptions** -- PARADIGMS (Hipóteses Base – PARADIGMAS): as hipóteses levantadas por cada pesquisador são escolhidas com base na sua visão de mundo. Ao identificar suas hipóteses sobre o ser humano e o mundo em que vive, podemos reconhecer quais paradigmas servem de base à investigação.
- **Epistemological Stance** – METAPHORS (Orientação Epistemológica – METÁFORAS): o conhecimento científico é moldado pela forma como os pesquisadores se esforçam para concretizar o embasamento das hipóteses que subscrevem seu trabalho. Algumas imagens metafóricas podem favorecer mais um olhar epistemológico e algumas são mais apropriadas do que outras para determinado estudo, sugerindo um insight e a compreensão de algo. As diversas formas de utilização das imagens, pelas quais os embasamentos das hipóteses são compreendidos, podem gerar diferentes fundamentos para a compreensão do mundo social.
- **Favored Methodology** -- PUZZLE SOLVING (Metodologias Favorecidas - SOLUÇÃO DO ENIGMA): a imagem de um fenômeno a ser investigado gera base para o detalhamento de uma pesquisa científica no que se refere à análise, manejo e quantificação, na medida que os aspectos detalhados de uma imagem caracterizam um fenômeno. A imagem gera conceitos específicos e métodos de estudos pelos quais a compreensão dos fenômenos pode ser obtida. As metodologias são, assim, a solução do enigma, fazem uma ponte entre a imagem e o fenômeno e do fenômeno para consigo. As metodologias conectam o pesquisador ao que está sendo estudado por meio de regras, procedimentos e um protocolo geral. Isso colabora com o manejo da rede de

hipóteses inseridas nos paradigmas do pesquisador e apoiadas na orientação epistemológica.

Analisando **21 estratégias de pesquisa diferentes**, o autor tenta justificar que não é possível se julgar a validade ou a contribuição de diferentes perspectivas a partir de bases assumidas em outras perspectivas, porque se está diante de algo que é um processo autojustificável; "não há um óbvio ponto de referência "fora do sistema de pensamento expressado e descrito por uma perspectiva qualquer" (p. 15). Um mesmo evento não pode ser traduzido ou organizado como um mesmo problema para diferentes perspectivas, se uma acredita no mundo real e se para outra tal mundo não apresenta a mesma consistência metafísica.

Segundo Morgan (1983), se torna essencial inserir o leitor / pesquisador social "além da metodologia", levando-o a dissecar ontológica e epistemologicamente cada estratégia, de tal modo que não só sejam justificadas as demandas e o significado atribuídos à realidade, mas também, e principalmente, propondo ao leitor melhor identificação das reais diferenças entre uma estratégia e outra. Nesse sentido, *Beyond method* promove um diálogo entre uma estratégia e outra, a partir do qual se chega ao ponto de partida para a aceitação e o confronto entre diversas práticas de pesquisa em ciências sociais, condição necessária para se lidar com as mesmas. A seguir, apresenta-se algumas diferentes abordagens das pesquisas narradas, numa tentativa de esclarecer e maximizar seus pontos de referência e suas conseqüências no desenvolvimento de um problema social qualquer.

Em "**Studying structure and process**" (O estudo de estrutura e processo): Derek Pugh discute a lógica subjacente no programa Aston de pesquisa organizacional e sua preocupação com o fomento do desenvolvimento de uma ciência social positivista. Em "**Identifying and studying configurations**" (a identificação e o estudo de configurações), Danny Miller e Henry Mintzberg, desenvolvem um estudo similar em cima de premissas ontológicas, com relação à natureza social do mundo. As organizações são vistas como fenômenos empíricos concretos, que mudam de

tempos em tempos, como resultado de padrões de interdependência entre diferentes elementos dentro da organização e entre a organização e o meio.

Na pesquisa “**Quasi-Experimentation**”, Tom Cook realiza uma investigação focando as relações casuais em situações nas quais os métodos clássicos de experimentação são inapropriados ou difíceis de serem aplicados. Para o pesquisador, o uso da experimentação nos estudos sociais são normalmente baseados em modelos e métodos que derivam da física e da química, mas, por terem uma natureza muito exata, não funcionam num sistema aberto como a vida social. Já na “**Action research**” (pesquisa ação), Gerald Susman define uma lógica para a “pesquisa da ação”, que se esforça para combinar as questões práticas de pessoas em situações problemáticas com os propósitos das ciências sociais. O intuito é conectar conhecimento, ação e suas possíveis consequências numa forma que permita uma generalização para além das situações iminentes onde essas ações ocorrem.

Na investigação “**Organizational learning**”, Donald Schön joga luz sobre uma estratégica de pesquisa feita para averiguar organizações como sendo sistemas didáticos. A didática nos níveis individual e coletivo se caracteriza por ser um processo em constante mudança, como resposta à auto observação da performance, materiais, ferramentas e contextos das operações, guiadas por valores e normas inseridas com um propósito. E em “**Interpretive interactionism**”, Norman Denzin traça uma lógica de estratégia de pesquisa baseada na ideia de que os seres humanos constroem e organizam seu dia a dia entrelaçando-o com seus fluxos de consciência (fenomenológico e interativo).

Os humanos parecem agir intencionalmente como atores construindo e reconstruindo um mundo rico em significados, motivos, emoções e sentimentos pelos quais interagem com os outros. A história pessoal de cada ser humano e a história social são interligadas, desdobrando-se como resultado das ações que situam uma pessoa em uma vida que de fato foi feita parcialmente por ela. Em “**Life history methodology**” (a metodologia na história de vida), Gareth Jones também explora as implicações fenomenológicas por meio de uma interação simbólica usando o conceito

de história de vida como modelo para sua análise. Ele trabalha com a ideia de que a habilidade dos seres humanos de agirem como membros competentes parte de um ambiente cultural em particular foi adquirida por meio de suas histórias de vida fascinantes. Nascemos num mundo repleto de relevância simbólica, mas que é inacessível para nós até que aprendemos a entrar nele e nos relacionar com ele por meio da comunicação com os outros. O mundo simbólico funciona como um recurso e como um confinamento.

A análise de tais estratégias de pesquisa evidenciou que as lógicas de engajamento são consideradas como uma conexão entre o pesquisador e o objeto pesquisado. O que reforça uma pluralidade entre referendado pelo relativismo e que acabou permitindo que os pesquisadores escolhessem seus métodos de pesquisa.

3.3 Trabalho: sentido, significado e função

O trabalho origina-se das necessidades do homem que se encontra imerso num Sistema de Carecimentos e se concretiza pelo seu agir individual e social (ARENDT, 1958). Este agir, entendido como o engajamento intencional do esforço humano, culmina numa ação teleológica para operar uma transformação objetiva no mundo, de forma a submeter a natureza aos seus interesses, necessidades e desejos. Para tanto, o homem se movimenta, pelo e para o seu trabalho, para assegurar ambos, os fins e os meios, para a sua realização, submetendo a natureza aos seus interesses e estabelecendo uma relação dialética com a sua criação, o que se reverbera na sua própria identidade.

Desde a Pré-história e Idade Antiga, mesmo não se constituindo como um objeto autônomo estudado sistematicamente, o trabalho configurava a estrutura cultural, econômica e política da vida em sociedade. Na Idade Média, o trabalho foi balizado paradigma religioso da ética protestante, o que iniciou um processo de valorização que culminou na sua glorificação, na Idade Moderna. Foi o momento em que a

Revolução Industrial, a economia política clássica e a filosofia comunista o levaram a sucessivas ressignificações.

Inúmeros estudiosos estudaram esse construto e o seu papel nas convenções sociais e políticas. Dentre eles John Locke, Adam Smith, Max Weber, Karl Marx e tantos outros que associaram o trabalho à fonte de riqueza, seja pela acumulação de propriedade ou de moeda ou pela exploração da mais valia dos trabalhadores.

Ao longo da sua história de significação e institucionalização, o trabalho foi instrumentalizado por tecnologias que, como tal, se constituíram pela ação do próprio homem, a fim de perenizar a espécie ou perpetuar a sua obra. Para tanto, as tecnologias, em geral, destinaram-se à ampliação das capacidades humanas, ora físicas, ora cognitivas.

Na atualidade, tais tecnologias encontram-se acumuladas e embarcadas em inúmeros devices utilizados no cotidiano e, frequentemente, complementam, substituem ou superam as capacidades físicas e cognitivas, individual ou conjuntamente.

Nessa perspectiva, a tecnologia, de modo geral, e a tecnologia da informação em particular, podem ser vistas como criações do ser humano, como concretização do seu trabalho, a partir de sua ação intencional no mundo e com a qual ele estabelece uma relação dialética.

Desse contexto emergem questões como: Qual a relação entre as tecnologias e a (re) institucionalização do trabalho, em curso? E na da identidade do ser humano? E nos seus sistemas de valores? Qual o seu papel na realização das intencionalidades humanas? Quem estaria no controle da relação do ser humano no mundo, o próprio homem ou a tecnologia condicionante do trabalho? Sob o paradigma da conectividade e cognição, estaria a tecnologia incitando o paradoxo do individualismo em rede característico da sociedade contemporânea?

Vale ressaltar que não se aspirou, nessa pesquisa, estabelecer relações de causalidade entre a evolução tecnológica e a do trabalho, tendo se limitado tão

somente ao exercício de reflexão e elaboração de hipóteses que poderão ser investigadas em trabalhos futuros.

3.3.1 O animal laborans: as mãos que laboram

Há 2 milhões de anos os primeiros humanos eram nômades, viviam em cavernas e se organizavam em pequenos grupos de exploradores e colonizadores que sobreviviam pelas ofertas brutas de um mundo natural que os envolvia. Assemelhavam-se, neste aspecto, a outros animais desprovidos da razão.

Movidos pelas suas necessidades biológicas, pelas suas potencialidades e pela capacidade de aprender pela experiência e pela razão, se instrumentalizaram para o trabalho e a partir dele. O Homem passou a experimentar a modelagem de diversos materiais com a finalidade específica de caçar, se proteger do frio e de predadores, no primeiro processo de produção de que se tem registro histórico (FRIEDMAN, 2007). Tratam-se dos primeiros indícios do uso da tecnologia como apoio às atividades do trabalho, donde devem ter-se constituído algumas classes de trabalhadores especializados na fabricação de instrumentos, ou de utensílios e vestimentas, ou na saída à captura dos animais.

O domínio do fogo, uma das maiores conquistas da pré-história, cujas evidências de uso controlado datam de 100 mil anos atrás, culminou numa mudança dramática nos hábitos dos primeiros seres humanos que passaram a ter ao seu dispor o calor e a luz, os quais contribuíram para a sua segurança física e alimentar, para a sua cultura e organização social. Até a Revolução Neolítica, durante a introdução da agricultura baseada em grãos, o fogo foi usado também para o manejo da paisagem. Desde então, essa tecnologia foi incorporada à vida cotidiana e se materializou em diversos usos, ora contribuindo fundamentalmente para a manutenção da espécie, ora para a sua tortura e extermínio.

Num espaço de vários milhões de anos os humanos tinham se tornado mais adaptáveis e munidos de mais recursos (BLAINEY, 2004). O Homem, agora vestindo roupas feitas com pele de animais e usando lanças para caçar, re-criou a si mesmo e ao mundo e, desta construção dialética de identidade, emergiram novas carências e desejos.

A busca pela multiplicação das fontes de alimento e pela perduração dos relacionamentos que asseguravam a manutenção da espécie culminou na paulatina substituição dos povos nômades e seminômades pela sociedade agrícola de subsistência, na qual as famílias constituíam grupos sociais produtivamente autossuficientes que, pouco depois, passaram a trocar bens e produtos. Esta economia de escambo permitiu a especialização do processo produtivo para uma gama menor de produtos, de onde parece ter advindo uma das primeiras divisões do labor, entendido como o esforço dedicado às atividades de produção de bens de consumo necessários à manutenção da vida (ARENDR, 1958).

A Grécia, por volta de 3000 a.C., desenvolveu um tipo diferente de lavoura, voltado para a oliveira e a videira cultivada em encostas íngremes, áreas que, até então, eram utilizadas apenas para a criação de ovinos e caprinos. Tal cultivo aumentou a oferta de calorias em até 40% (Blainey, 2004), alterou a dieta alimentar e, no limite, favoreceu uma nova forma de organização social, econômica e política.

Desse período da história, outras tecnologias, definidas como produtos da aplicação do conhecimento humano, mudaram essencialmente a humanidade, o seu desenvolvimento e manutenção no mundo. A agricultura viabilizou aglomerados humanos com maior densidade populacional do que aqueles suportados pela caça e coleta e se tornou um ponto de inflexão na permanência mundana da espécie humana.

Desde a pré-história, o homem já tentava mecanizar suas atividades, para poupar o seu esforço físico. A invenção da roda (4000 a.C.), dos moinhos movidos por vento ou força animal e rodas d'água são evidências dessa intencionalidade humana (PEREIRA, 1995).

No mundo antigo, a economia se restringia à gestão da casa, estava associada ao reino da necessidade e assentada no trabalho escravo e feminino. O declínio da escravidão, que culminou no aumento dos preços da mão-de-obra, foi o primeiro traço de inflação sobre o qual têm-se registro, e culminou na construção de novas ideologias e doutrinas para o trabalho.

O conceito de liberdade e de igualdade que perpassou o discurso e a prática da Idade Antiga alcançando a Idade Média, ainda que pela sua negação a uma maioria de pobres, estrangeiros e mulheres; começou a ser questionada, especialmente pelos comerciantes que ansiavam por reconhecimento da sua atividade; o que levou ao desenvolvimento de uma nova doutrina para o Trabalho, elevando-o em valor, mas ainda o submetendo aos limites da necessidade.

Tal doutrina foi desenvolvida em torno do paradigma religioso da fé cristã que orientava o sistema de valores vigentes à época. Para a Igreja, o trabalho foi reconhecido em sua dimensão de utilidade, ligado ao corpo e a suas exigências naturais e, portanto, deveria ser limitado; permitindo ao homem não perder de vista os reais valores que levavam à graça de Deus (BENDASSOLLI, 2007).

Deve-se observar que os padrões sobre os quais o trabalho se constituía na idade antiga e na idade média são distintos e se orientam, respectivamente, pela busca da felicidade da vida contemplativa e pela salvação espiritual em Deus.

Em meados do século XV e XVI, a convergência de uma série de acontecimentos levou à uma nova concepção das macroestruturas da sociedade, culminando na sua transição do sistema feudal para o capitalista. Por um lado, o Renascimento, com o seu despertar cultural e intelectual, levou à ressignificação do sistema de valores sociais, políticos e econômicos ora vigentes. Por outro a Reforma Protestante colocou as práticas da Igreja Católica em discussão; sustentando a reorganização da estrutura de poder na sociedade da época. A impressão em papel, recém inventada, permitiu a rápida disseminação das ideias e pensamentos de ambos os movimentos que se alastraram rapidamente.

Para os renascentistas, o trabalho adquiria feições de obra de arte, uma forma de auto-expressão, uma oportunidade para o homem revelar sua verdadeira essência (BENDASSOLLI, 2007). Para Pico della Mirandola (1486) a criatura humana possuía capacidade e liberdade para determinar a realidade que a cerca, incluindo a sua própria existência, aquilo que deseja ser, distinguindo-se do plano geral da criação por ser o artífice de si mesmo, de tal modo que a sua natureza só pode ser definida a posteriori.

Com Calvino, o trabalho deixou de ser um meio de satisfazer as necessidades para se tornar um objetivo autônomo, por meio do qual o estatuto moral dos indivíduos seria avaliado. A ética protestante do trabalho preconizava que cada um, por meio de sua vocação individual recebida de Deus, deveria, por meio do trabalho, trilhar o seu caminho em busca da salvação.

A ciência estava a todo vapor na Europa e se disseminava pela mesma imprensa que expôs as ideias de Lutero. A população crescente da Europa e da Ásia exigia maior produção de alimentos, roupas e combustível. Esse aumento de demanda levou à primeira onda de desmatamento maciço de florestas e criou as bases para a Revolução Industrial que, um pouco mais tarde, propunha a produção em escala.

O vapor, como força motriz, foi usado pela primeira vez com eficácia nas minas da Inglaterra e só evidenciou a sua força quando passou a ser aplicada ao transporte, mostrando ser a invenção mais importante desde a estrada romana (BLAINEY, 2004). Como fruto da instrumentalização do homem pelo e para o trabalho, a máquina a vapor modificou irreversivelmente o processo de produção, possibilitando a produção em escala que substituiu grande parte do trabalho artesanal. As tarefas tornaram-se fragmentos mínimos do processo de produção, tornando mecânico o labor e o trabalho que, naquele momento histórico, já se confundiam e misturavam.

Na sociedade industrial, a mecanização e fragmentação das atividades tornaram a especialização e a qualificação, que outrora diferenciavam as profissões, quase irrelevante. Donde os indivíduos passaram a vender não a sua competência, mas sim a sua força de trabalho para a execução de micro-tarefas ao longo do processo

produtivo, elemento essencial para a produção em escala. Trata-se do movimento que consistiu em uma nova institucionalização do trabalho, na forma de emprego, em que o Homem, imerso numa cultura prática pode ter se alienado, perdendo de vista a finalidade do seu trabalho e, com isso, o seu significado.

A Revolução Industrial permitiu um avanço relevante no conhecimento científico e técnico que terminou por pressionar cada vez mais o processo produtivo e, com ele, a especialização e fragmentação alienante do trabalho. A humanidade estava diante de um novo ponto de inflexão correlacionado com a tecnologia.

Naquele momento histórico, Adam Smith lança ideias que se tornaram a base da economia clássica, do liberalismo econômico e da industrialização moderna. Dentre elas destacam-se a centralidade do trabalho como origem da riqueza e a sua divisão como meio para o aumento da sua potência produtiva, e a concepção antropológica do homem como criatura que maximiza seu próprio interesse em processos de compra, troca e contratos de mercado.

A Europa dava sinais de uma das mais extraordinárias mudanças na história da humanidade: em algumas nações, a maioria das pessoas não lavrava mais o solo. Por outro lado, a população crescia e a demanda por alimentos continuava crescendo vertiginosamente. Esse contexto, favoreceu e incentivou o desenvolvimento tecnológico no campo que não se fazia de forma isolada, mas sim concomitantemente com a área de transporte ferroviário e navegação que viria a viabilizar o transbordo na produção de alimentos.

A inovação tecnológica no campo, com as semeadeiras, impulsionou o processo de mecanização e resultou numa economia de 54,5 litros de sementes e numa elevação da produtividade da colheita em 10,5 hectolitros por hectare como demonstrado por Thomas Coke (FONSECA, 1990). As colheitadeiras, inventadas na Grã-Bretanha e Estados Unidos da América em meados de 1780, foram efetivamente usadas meio século depois e posteriormente aprimoradas pelo americano, Obed Hussey, e se consagrou com o modelo o aperfeiçoamento por Cyrus McCormick (FONSECA, 1990; HUGHES, 1972).

A industrialização parecia ser o caminho certo e natural para a evolução da sociedade. As pressões políticas e econômicas para o aumento da produtividade eram cada vez maiores e culminavam no aumento da carga horária de trabalho. Este ciclo de aumento de demanda e produção evidenciou o seu limite pelo que foi denominado fadiga dos trabalhadores, um estado de cansaço e exaustão decorrente do excesso de trabalho e que terminava por diminuir a produtividade.

Em resposta, a Administração promoveu o redesenho dos ambientes de trabalho e das tarefas de maneira ainda orientada pelo positivismo filosófico e as ciências exatas idealizaram máquinas que pudessem atenuar o sofrimento humano com o trabalho (BLAINEY, 2004). Por outro lado, em resposta às mesmas circunstâncias, a engenharia e outras ciências exatas da época iniciaram experimentos de automação dos processos de produção, desenvolvendo os primeiros dispositivos simples e semiautomáticos.

Na Europa da segunda metade do século XIX, as exigências por igualdade econômica tornaram-se fortes e a necessidade de reformas foram estimuladas pelo desemprego. Karl Marx e Friedrich Engels mostraram grande visão em relação aos novos rumos que estavam sendo tomados pelas rápidas mudanças na economia europeia. Marx previu que, nas nações industriais, as novas máquinas e as novas habilidades produziram uma enorme riqueza e um abismo ainda maior entre os ricos e os pobres.

Embora o regime democrata estivesse progredindo na Europa, na França e na Suíça, não podia ser considerado completo. A cruzada pela igualdade contava com as mulheres que queriam o direito ao divórcio, à propriedade nos mesmos termos dos homens, ao voto, ao ensino de nível superior, especialmente em medicina, o que, por volta de 1900 estava sendo alcançado, principalmente nos países protestantes (Blainey, 2004). Tensões e conflitos étnicos eram frequentes.

Em 1904, Max Weber buscou entender quais eram as forças que agiam sobre os homens a ponto de fazê-los trabalhar de forma tão aplicada e metódica e terminou por estabelecer uma afinidade entre a ética protestante do trabalho e os pilares do capitalismo. Segundo Weber, a partir do conceito de vocação de Calvino e da

mensagem puritana, se o homem confiar em Deus e observar suas leis no exercício fiel e disciplinado de uma profissão, contribuiria com a sua parte para a manutenção do contrato que tem com Ele.

A pobreza e a riqueza passaram a ser vistas como construções do indivíduo e não mais como destinos imputados por Deus (BENDASSOLLI, 2007). Essa concepção para o trabalho, fundamentalmente ancorada na auto-responsabilização e na individualização pela vocação, forma a primeira visão essencialista deste objeto por meio do qual o indivíduo se descreveria moralmente e mediria o seu próprio valor. Visto dessa forma, o trabalho passou a integrar a identidade do indivíduo, ocupando um lugar central na sua existência.

No fim do século XIX, a igualdade era louvada como virtude, os sentimentos de nacionalismo e imperialismo foram paulatinamente se aguçando e, juntamente com outros fatores, produziram, no século XX, a Primeira Grande Guerra entre 1914 e 1918, a crise de 1929 e a Segunda Guerra Mundial entre 1939 e 1945.

No período entre as guerras mundiais, algumas nações tinham taxas oficiais de desemprego que passavam dos 30%. Em 1930 mais da metade da população mundial dependia direta ou indiretamente do comércio, o que fazia com que um colapso colocasse em risco seu emprego e seu padrão de vida. O capitalismo estava em desordem e era condenado em vários círculos, parecendo não ser mais capaz de dar emprego para dezenas de milhões de pessoas e, como resultado, o comunismo passou a desfrutar de grande prestígio.

Nesse período entre as guerras mundiais, o conhecimento científico avançou rapidamente e era imediatamente incorporado à tecnologia das fábricas. Tal velocidade não permitia o treinamento, ainda que precário, dos trabalhadores, ao que a Administração respondeu com os princípios da Ergonomia (CHERNS, 1982).

Desde a Revolução Industrial, o período do vapor, os inventores normalmente eram escoceses ou ingleses. Na segunda era inventiva, entre 1850 e a Primeira Guerra Mundial, predominaram os americanos que inventaram a central de energia elétrica,

as redes de transmissão de eletricidade, o telefone, as técnicas de extração e refino do petróleo, o avião e o alumínio. Da Europa Continental vieram, no mesmo período, a transmissão por ondas de rádio, o raio X, explosivos, o motor a combustão interna, vários tipos de rifles e metralhadoras, além de uma série de melhorias nos dispositivos e fórmulas já existentes.

Era nítido o volume de mudanças, uma após outra que tendiam a acontecer mais rapidamente em questões que envolviam a matéria – armas que aniquilavam a vida e remédios que a prolongavam, transportes, energia e modos de poupar o esforço humano – do que na disseminação de novas ideologias.

3.3.2 O homo politicus na ação plural

A Segunda Guerra Mundial catalisou a consolidação do que seria uma das invenções mais impactantes da história da raça humana: o computador. Esta empreitada já havia se iniciado em 1560 e teve como precursor um boneco de madeira chamado Preaching Monk que disfarçava o mecanismo simples junto aos pés que o fazia funcionar, mexendo as pernas, os braços e a cabeça, numa sequência programada de movimentos. No entanto, foi em 1943, durante a guerra, que, em segredo, Max Newman, um criptólogo britânico, ajudou a construir um computador que classificava informações e que foi utilizado para decifrar os códigos secretos da Alemanha nazista. Por volta de 1955, funcionavam cerca de 250 grandes computadores em todo o mundo (FRIEDMAN, 2005).

Naquele século, os computadores, servomecanismos e controladores programáveis, passaram a fazer parte da tecnologia da automação industrial, seguido pela invenção da régua de cálculo e da máquina aritmética (calculadora). Estes eventos constituíram marcos do desenvolvimento da tecnologia da automação industrial que se entrelaça com a evolução dos computadores, redirecionando os processos produtivos e a interação humana com os mesmos.

Até aquele momento, a automação industrial se desenvolvia em torno do paradigma da substituição da força bruta de trabalho do ser humano. Em 1948, John T. Parsons criou um método de perfuração de cartões com informações que serviam para controlar movimentos de uma máquina-ferramenta. Este método foi apresentado para a Força Aérea que investiu em outros projetos do Laboratório de Servomecanismos do Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT).

Esse movimento resultou num protótipo de fresadora com três eixos com servomecanismos de posição que incentivou o envolvimento das empresas privadas de máquinas-ferramentas em projetos dessa natureza. Esse movimento, reorientou toda uma indústria, e por conseguinte uma classe trabalhadora, para atividades de pesquisa e desenvolvimento que culminou no desenvolvimento do comando numérico. Em paralelo, o MIT desenvolveu a linguagem de programação *Automatically Programmed Tools* (APT) que viabilizou a entrada de comandos em máquinas-ferramenta.

Já em 1954 foram desenvolvidos os primeiros robôs (palavra de origem russa que significa “escravo”) pelas mãos do americano George Devol que, alguns anos mais tarde, fundou a fábrica de robôs *Unimation* que, inicialmente, substituía o trabalho humana no transporte de materiais perigosos. Poucos anos depois, a *General Motors* instalou robôs em sua linha de produção para a soldagem de carrocerias.

A partir daí os processos de automação industrial evoluíram consistentemente, se reverberando em quase todos os setores da economia passando a visar a produtividade, a qualidade e a segurança dos processos produtivos, os quais compõem o sistema de valores da sociedade moderna.

Os computadores incitavam a inovação, porém evidenciavam novamente a disfunção entre a organização e a tecnologia (CHERNS, 1982). A indústria automobilística ultrapassava barreiras produtivas e comerciais, o rápido incremento das viagens para o exterior foi impulsionado por tarifas baratas e férias anuais mais longas, a moda de comer fora aumentava graças à prosperidade crescente e várias outras mudanças na vida cotidiana avançavam.

Em 1980, o inglês Tim Berners-Lee, um funcionário contratado pela Organização Europeia para a Investigação Nuclear (CERN), iniciou um projeto para reconhecer e armazenar associações de informação. Em 1984, Berners-Lee se deparou com o mesmo problema, porém em outro nível de desafio: cientistas espalhados pelo mundo precisavam compartilhar dados, utilizando plataformas diferentes. Em 1989, após receber a recusa de um banco ao seu projeto, Berners-Lee conseguiu recursos do próprio CERN, e apresentou sua ideia de unir hipertexto com a internet, na Conferência Europeia de Tecnologia de Hipertexto.

Em 1990, Berners-Lee tinha construído as ferramentas necessárias para o funcionamento da Web: o Protocolo de Transferência de Hipertexto (HTTP), a Linguagem de marcação de hypertextos (HTML), o primeiro navegador (browser), denominado WorldWideWeb, o primeiro servidor HTTP (conhecido depois como CERN httpd), o primeiro servidor web o "<http://info.cern.ch>" e as primeiras páginas Web que descreviam o projeto.

O dia 6 de agosto de 1991 marcou o nascimento da World Wide Web como um serviço público da Internet. Nesse dia, Berners-Lee publicou no primeiro Newsgroup os objetivos deste projeto:

“O projeto WorldWideWeb (WWW) tem por objetivo permitir que todas as ligações possam ser feitas com qualquer informação, não importa onde ela se encontre. [...]

O projeto WWW foi lançado para permitir que os físicos de altas energias possam trocar informações, notícias e documentos.

Estamos muito interessados em ampliar a web a outras áreas e ter servidores de portas de ligação (Gateway) para outros dados. Os colaboradores são bem-vindos!” (Primeira mensagem de Tim Berners-Lee na web, 1991)

Em abril de 1993 o CERN abriu o protocolo da Web para utilização pública, livre de royalties. A partir daí o uso do ambiente Web tornou-se um novo ponto de inflexão na história da humanidade, contribuindo dialeticamente para a identidade da sociedade, de suas estruturas e sistemas de valores. Tal movimento reorientou o trabalho e impulsionou várias de suas transformações atuais.

A percepção de que o mundo diminuía e de que os povos de todos os continentes respiravam o mesmo ar se difundia por toda parte. A comunicação cruzava o globo pelo rádio, aparelhos de TV, tabloides dentre outras; pela primeira vez na história, a maioria das pessoas vivia em cidades e não na zona rural, trabalhando em outras atividades que não aquelas relacionadas ao campo ou às fábricas.

Em maior escala, verifica-se o aprofundamento do processo de Globalização pela organização de macroestruturas sociais em redes, a fragmentação econômica, o aumento da velocidade e a virtualização dos eventos, favorecidos pelo que poderia ser denominado como uma Revolução Digital ou Revolução da Informação, que, embora tenha tido início ainda no fim século XX, tornou-se efetiva e mais intensa no século XXI.

Nessa era moderna e pós-moderna, novamente o Homem cria tecnologias substitutivas do seu trabalho especializado e específico. A robótica, originalmente associada à substituição do trabalho “escravo” e submisso do ser humano, e que, até recentemente se restringia às tarefas simples e repetitivas em linhas de montagem industrial, alcança a medicina, substituindo total ou parcialmente, e com maior precisão, as mãos dos cirurgiões; a educação, com uma nova geração de professores robotizados da linha NOW que dão aulas expositivas dialogadas, corrigem provas e atualizam informações mais rapidamente do que seria possível à espécie humana; e se alastram por outras profissões que, há menos de 50 anos, eram valorizadas pelo que exigiam da racionalidade humana.

As redes sociais, iniciadas com o *ClassMates*, criada em 1995 pelo norte-americano Randy Conrads e considerada a primeira solução tecnológica voltada exclusivamente ao relacionamento entre indivíduos, originou uma série de outros aplicativos, à mão nos mais diversos dispositivos do cotidiano que, no limite, modificaram irreversivelmente a relação do homem com o tempo e com o espaço.

Tais mecanismos viabilizaram, intensificaram e ampliaram as organizações em rede e incitaram uma gama de relacionamentos efêmeros, originando o individualismo em rede, no qual as relações são plásticas, frágeis e atemporais.

Destarte, a história do trabalho e da tecnologia parecem se relacionar intimamente num laço que revela as intencionalidades do ser humano na sua realização e objetivo teleológico. Em comum com a ciência, a tecnologia goza da propriedade de falta de domínio sobre os seus usos e desdobramentos, os quais serão continuamente submetidos a juízos orientados pelos sistemas de valores das sociedades ao longo do tempo. A Economia Agrícola, outrora considerada quase por unanimidade como um salto para a humanidade, tem se mostrado controversa quando revisitada sob o olhar do paradigma da sustentabilidade recentemente integrado, mas ainda não naturalizado, no sistema de valor da sociedade contemporânea (BLAINEY, 2004).

Do ponto de vista objetivo, os artefatos tecnológicos são produtos diretos do trabalho humano, balizados pelas estruturas e processos sociais, econômicos, culturais e políticos.

A hegemonia tecnológica presente no trabalho, nos relacionamentos e na vida cotidiana pode ter gerado uma relação de submissão e dependência do ser humano que, por hipótese, pode, no limite, transformar os seres humanos em *ciborgues*, integrando partes orgânicas e inorgânicas interna ou externamente

Esse processo de construção da realidade apoiado pela tecnologia não é recente, tendo se originado pelo e para o trabalho, desde o momento em que o mesmo se mostrou necessário para suprir as necessidades fisiológicas mais básicas da existência humana. Nesse momento histórico, no entanto, o individualismo em rede e a impermanência existencial têm se mostrado manifestações paradoxais características da sociedade contemporânea, os quais, a despeito de parecem frutos de uma construção histórica sob valores cultuados há algum tempo, foram recentemente viabilizados pela hegemonia tecnológica.

3.4 Tecnologia: o fenômeno do imperativo e da acumulação tecnológica

À segunda metade do século XX foi atribuído o predicado de uma Idade da Ciência (GRANGER, 1920). Esse, porém, não foi um período de grandes avanços científicos, especialmente, se comparado ao Iluminista iniciado com René Descartes e o seu Discurso do Método. Tão relevante quanto os conceitos de verdade e liberdade apregoados por Descartes, porém, talvez tenham sido as aplicações do conhecimento científico, nas técnicas ou tecnologias que concentraram a atenção, atraíram recursos e balizaram o desenvolvimento tecno-científico, termo que explicita quem está no comando

O desenvolvimento tecnológico após a segunda guerra mundial não tem precedentes na história. A humanidade parece ter sido despertada para a possibilidade de transpor todos os seus limites, sejam físicos, cognitivos ou intelectuais. As aplicações da ciência se concretizaram com tal velocidade nas diversas tecnologias que incitaram a (re)concepção do espaço-tempo. Desde então, ciência e tecnologia caminham juntas, numa relação considerada simbiótica, por alguns, e mutualística, por outros.

Nesse contexto, as tecnologias adentraram em todas as dimensões da vida e se tornaram **imperativas**, por meio de instrumentos ora sofisticados, ora não. Seja num simples lápis ou num smartphone; num suco de frutas ou em fibras óticas que atravessam o planeta, lá estão elas. Inúmeras tecnologias embarcadas, onipresentes, imperativas, desconhecidas e acumuladas, nos diversos instrumentos e espaços da vida.

O **paradigma cognitivo** tornou-se o balizador do desenvolvimento tecnológico e, pela primeira vez, duas das capacidades singulares da humanidade, cognição e comunicação, tornaram-se alvo de tentativas de replicação. Tal paradigma se concretizou nas Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) que conectaram o mundo.

Em sua gênese as TICs possuem a capacidade de coletar, armazenar e processar dados, na tentativa de prever o futuro, próximo ou longínquo, prescrever ações ao homem, ou tomar decisões por ele. Para tanto, se objetiva em Big Data, algoritmos de *Machine Learning*, técnicas de *Deep Learning*, aspirando uma inteligência sobre-humana, por via artificial.

Quando **acumuladas**, as TICs e as maravilhas da engenharia advindas da era industrial constituem campos como a robótica, a internet de todas as coisas, a nanotecnologia, a biotecnologia, entre outras. Tais campos ora viabilizam, ora fomentam, ora permitem e ora mediam uma série de usos objetivos e subjetivos da tecnologia, bem como as relações, seja no espaço virtual ou não.

Esses fenômenos do imperativo da acumulação tecnológica conectam o mundo, suportam os fluxos globais de recursos, capital, informação e outros ativos, mediam as relações e condicionam as mudanças na economia, na sociedade e na política. No entanto, os debates teóricos e aplicados, frequentemente condicionados por estruturas de pensamento analógicas, tendem a reproduzir visões de um mundo já passado. Os tempos e movimentos nos remetem à Fayol, Taylor e Ford.

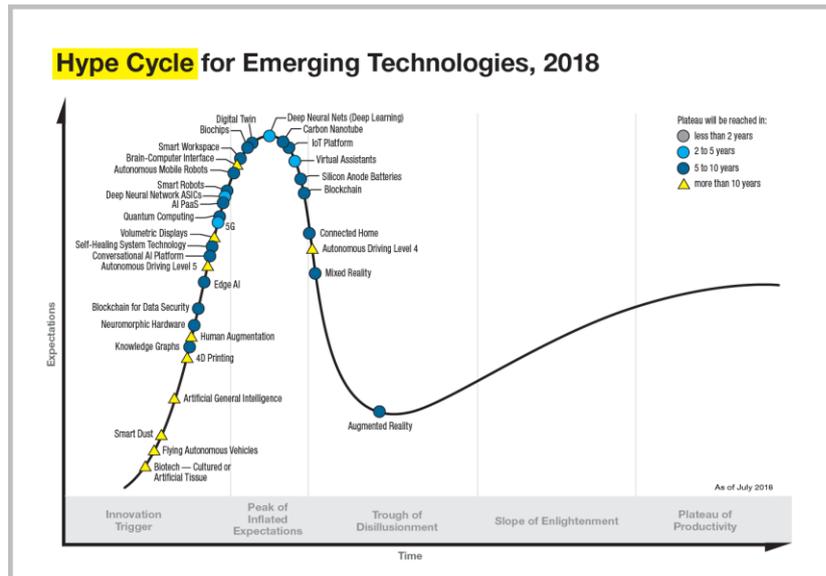
O trabalho como sinônimo de emprego vem sendo re-institucionalizado rapidamente, admitindo uma ampla gama de relações entre contratante e contratado. As estruturas de Estado tentam se antever, prevenir e remediar as mazelas emergentes de um período de transição. À frente do processo e com aspirações de universalização, a União Europeia monitora o crescimento Gig Economy.

Para Feenberg (1991; 2001), a tecnologia se constitui como um poder nas modernas sociedades, um poder que se expande e que atinge diferentes domínios. No atual contexto socioeconômico, os experts dos sistemas técnicos, os líderes militares e corporativos, físicos e engenheiros, têm um enorme controle sobre o desenvolvimento urbano, os sistemas de transportes, as formas de moradia, e a escolha de novas configurações tecnológicas.

Sendo um poder, a tecnologia se insere de forma ambivalente no atual contexto sócio-histórico. Ao mesmo tempo em que a tecnologia se universaliza e toma contato com a vida diária dos indivíduos, ela se concentra, numa proporção inversa, como propriedade de grandes grupos econômicos. É nesse sentido que Feenberg (1991; 2002) acrescenta que não basta somente democratizar o uso das tecnologias (o que é significativo devido às transformações que elas provocam), mas, também, é preciso discutir a sua formatação, o seu *design*.

A sociedade civil sente os prós e contras de tal transição. Grupos oriundos de movimentos pró-capital propõem uma reflexão sobre o momento atual, sugerindo que, após décadas adaptando os processos antigos à nova tecnologia, é hora de construir uma nova base teórica, com os seres humanos pensados em primeiro lugar. Tal movimento, denominado como “Human First” por seus entusiastas, propõe que a tecnologia deve ser condicionada pelo gênero humano, tanto os fins, quanto seus meios. A aspiração é a de condicionar os produtos da tecnologia, bem como os seus processos de desenvolvimento à melhoria da vida das pessoas, em termos definidos pelas pessoas. Todas as pessoas. Veremos em que ponto do futuro estas diferentes visões do papel da tecnologia dialogam ou se anulam.

As notícias nos aproximam das tecnologias, mas podemos esperar pela sua execução? A edição mais recente (imagem 1) do Gartner Hype Cycle - representação gráfica dos estágios de adoção, maturidade e aplicação social de tecnologias - apresenta tanto a computação quântica como a engenharia genética humana ainda distantes do chamado pico das expectativas exageradas.



(Imagem 1 – Gartner Hype Cycle)

Do pico das expectativas, estas tecnologias podem sucumbir ou prosperar. Se sobreviverem, sobem a colina da iluminação, nome apropriado para quem busca o nirvana quântico, e entram naquele estágio com produção em massa e convivência cotidiana. Há, portanto, um longo caminho para as duas tecnologias que, juntas, prometem o acesso a um futuro desejável e menos incerto. Apresento alguns dos desafios técnicos a serem superados neste processo.

A **computação quântica** é uma das mais esperadas inovações em desenvolvimento. Os novos sistemas seriam capazes de oferecer breakthroughs em diversas áreas, como avanços no modelamento de reações químicas complexas, capazes de revolucionar a geração e o armazenamento de energia. Ou simulações de comportamento molecular e consequente design de novas moléculas para uso na medicina e genética. E também modelos complexos de análises de dados e aumento exponencial da capacidade de previsão, aliada à possibilidade de intervir.

Como resultado, teríamos um mundo com energia limpa, barata e abundante, sem doenças e com longevidade estendida, num meio ambiente limpo e climaticamente controlado.

Esta busca, entretanto, está longe de ter um fim, e não é difícil imaginar o tamanho do desafio. Basta olhar para as comemorações para o curto passo dado pela equipe da Australian Research Council Centre of Excellence for Quantum Computation and Communication Technology esta semana. Celebrado como um importante breakthrough, a equipe demonstrou a capacidade de ler o spin dos *qubits* com um único sensor, em vez dos três utilizados anteriormente, e, melhor, sem interferir na dinâmica do spin durante a leitura.

Os ***qubits***, ou *quantum bits*, utilizam-se da capacidade das partículas subatômicas de existir em mais de um estado, armazenando muito mais que os 1 ou 0 dos bits atuais. O spin é uma grandeza vetorial, com módulo, direção e sentido. A computação quântica aproveita-se da estranha habilidade das partículas subatômicas de existirem em mais de um estado ao mesmo tempo. Como resultado, a capacidade de memória é extraordinariamente maior e as operações são feitas muito mais rapidamente e com reduzido uso de energia.

Entre os desafios a serem enfrentados, podemos citar:

- **Hardware:** Os qubits são estabelecidos em átomos e seus múltiplos estados são difíceis de determinar, dada sua tendência a gerar números incoerentes e imprevisíveis, para se dizer o mínimo. O próprio spin a ser medido é um “momento” sem qualquer analogia com a física clássica, ele nem mesmo gira no sentido como entendemos o termo spin. E, é claro, as máquinas quânticas precisam operar na temperatura ambiente. Os protótipos em funcionamento rodam em temperaturas próximas de zero absoluto para se beneficiarem da supercondutividade de alguns materiais a esta temperatura.
- **Programação:** todo o software atual é baseado em construções (expressões algébricas, funções trigonométricas, cálculo integral, pontos flutuantes etc) desenvolvidas nos séculos passados **e não aplicáveis à física quântica**. Não é possível adaptar a programação atual. É necessária uma nova matemática, criada do zero, para servir de base, e, a partir daí, inventar novas linguagens de programação.

Assim, a capacidade de ler o spin com apenas um sensor, anunciada pela equipe da Austrália, parece exagerada. Não é. As conquistas nesta área são, na verdade, lentas e custosas. Os desafios envolvendo a computação quântica são enormes e, mesmo com o investimento bilionário de *big players* como IBM, Intel e Alphabet, e de centenas de startups e centros de pesquisa em todo o mundo, muitos se perguntam se algum dia alcançaremos este graal da tecnologia, para usarmos outro símbolo.

Num **Big Data Humano** as pessoas seriam quantificadas pelo seu DNA, o qual é formado aproximadamente 3 bilhões de bases nitrogenadas localizadas ao longo de uma fita dupla de nucleotídeos disposta em formato helicoidal. Cada uma dessas bases compõe-se de pares formados entre as substâncias adenina, timina, guanina e citosina e as incalculáveis possibilidades de combinação entre elas são responsáveis pelas variações entre os seres humanos.

Propor-se a mapear, vasculhar e alterar o *Big Data* de nossa composição genômica é, além de um desafio para os especialistas em genética, um trabalho e desafiador para a ciência de dados, dando origem ao campo do *Genomic Data Analytics*. Em síntese, cada letra do nosso código genético é armazenada num grande banco de dados que vai ser utilizado para as tentativas de inovação da engenharia genética. O sucesso, será proporcional à capacidade de interagir com esse volume de informações, a fim de identificar padrões, coincidências e incoerências.

Algumas das dificuldades residem no nível de precisão e previsibilidade das alterações genéticas colocadas em prática. Em 2015, um grupo de cientistas chineses desenvolveu um projeto cujo objetivo foi “reapear” um gene responsável por um tipo de anemia grave, quando sofre mutação. Por meio da técnica conhecida como CRISPR, injetaram moléculas capazes de promover a reparação do gene, em 54 embriões, mas obtiveram sucesso em apenas quatro deles. Além disso, alguns embriões tinham sido alterados em partes diferentes das desejadas, um “erro” com consequências desconhecidas.

Em outro episódio, um pesquisador da Universidade de Shenzhen, sul da China, anunciou ter promovido a edição no DNA dos embriões de sete casais, fazendo uso

de uma variação do método usado no caso anterior, o CRISPR-cas9. A intenção era desativar o gene CCR5, responsável por romper uma espécie de fechadura que permite a entrada do vírus HIV nas células. Como tal experimento tinha sido validado pela comunidade científica internacional, à época, não se soube quão bem-sucedido ele foi. Algumas informações preliminares revelaram que não necessariamente os embriões fecundados ficariam totalmente blindados contra o vírus, tendo em vista que, para tal, seria preciso atingir o par de genes CCR5, e não apenas um.

O nível de sofisticação das intervenções desse tipo já é extraordinário, mas, como visto, ainda há muito que evoluir para perseguir com acurácia os fins desejados. Soma-se a isso o fato de que, ainda que alcançada total eficiência na obtenção dos resultados previstos em um procedimento de manipulação genética, é difícil prever as consequências dessa prática em larga escala. Em princípio, toda alteração genética pode repercutir num efeito colateral imprevisto e desconhecido.

As revoluções na biotecnologia e nas tecnologias de informação seguirão, ao que tudo indica, e o potencial transformador delas é enorme. Vão restar os dilemas morais e éticos, bem como a responsabilidade pelas consequências das transformações postas em prática – coisas que continuarão atribuídas aos seres humanos, e não às máquinas ou à tecnologia.

O imperativo e a acumulação tecnológica incita paradoxos e dilemas fontes de tensão na sociedade atual. Cada vez mais, as máquinas inteligentes ganham espaço nas funções e tarefas do executante (GRANGER, 19290). Nesse contexto, se, por um lado, a operação dessas máquinas sofisticadas exige a especialização, por outro, os fenômenos contingentes que provocam, exige competências generalizadas.

Além disso, considerando a associação entre tecnologia e ciência, há quem infira sobre o nível de desenvolvimento de determinada sociedade por meio do seu nível de sofisticação tecnológica (RUTKOWSKI, 2005). Trata-se de uma concepção determinista e racional que pode tender a não representar a realidade.

Vale ressaltar que a tecnologia é fruto de um processo social, econômico e político que, tal como a ciência, pode ser significado e associado com o poder (FEENBERG, 2002; RUTKOWSKI, 2005). Alguns autores, como González García, López Cerezo e Luján (GONZÁLEZ GARCÍA; LÓPEZ CERREZO; LUJÁN, 1999), assinalam esse processo pode partir de duas visões: a intelectualista e a artefactual. Na primeira, a tecnologia é entendida apenas como ciência aplicada, submetida o viés intelectual da comunidade científica. Assim sendo, trata-se de um conhecimento prático derivado diretamente das conquistas e glórias da ciência, sendo esta legitimada a partir dos dogmas da observação e da matemática. Já a visão artefactual pressupõe que as tecnologias são simples ferramentas (ou artefatos) voltadas à realização de tarefas e sendo desenvolvidas a partir do conhecimento empírico e científico. Partindo dessa visão, a tecnologia tem o valor de uso e deve, portanto, privilegiar a eficiência e o resultado.

Para Trigueiro (2008), essa visão segmentada de teoria (ciência) e prática (tecnologia) remonta à tradição de Platão que influenciou fortemente os estudos sobre ciência, na filosofia e em outras áreas. Trata-se da herança de uma filosofia que

4 INTELIGÊNCIA BIOTECNOLÓGICA

O termo “inteligência” é utilizado historicamente com inúmeros significados. Na linguagem coloquial, predomina a sua associação com características cognitivas e habilidades.

A “inteligência artificial”, que o dicionário Houaiss da língua portuguesa (Inst. António Houaiss, 2004) define como “ramo da informática que visa dotar os computadores da capacidade de simular certos aspectos da inteligência humana”, constitui talvez o exemplo mais expressivo da inteligência enquanto metáfora do humano aplicada ao mundo inanimado. E dela decorre o segundo pressuposto enunciado, o de que a inteligência humana se distingue das demais formas de inteligência – na supracitada definição, pelas capacidades de “aprender com a experiência, inferir a partir de dados

incompletos, tomar decisões em condições de incerteza e compreender a linguagem falada”. Essa, como outras acepções do termo “inteligência humana”, fundamenta-se numa de entre múltiplas concepções implícitas da inteligência, as quais se ligam inevitavelmente ao contexto cultural e aos valores dominantes numa sociedade e num momento histórico particular.

Desde o fim da Segunda Guerra Mundial (1945), teóricos e pesquisadores das inteligências artificiais (IA) acreditam que o corpo humano e a consciência que dele emerge poderiam ser replicáveis em instâncias não-biológicas e/ou artificiais. Há, de fato, diversas datações e eventos correlatos que remetem à origem desse interessante e controverso campo de pesquisa pluridisciplinar denominado Inteligências Artificiais, ou IA. Rodney, por exemplo, informa-nos que a inteligência artificial começou como um campo cujo objetivo era replicar inteligência de nível humano em uma máquina.

As primeiras esperanças diminuíram à medida que a magnitude e a dificuldade desse objetivo foram apreciadas. Lento progresso foi feito ao longo dos 25 anos seguintes, demonstrando aspectos isolados da inteligência. Trabalhos recentes tendem a se concentrar em aspectos comercializáveis de “assistentes inteligentes” para trabalhadores humanos.

Isso tem levado a uma aceleração dos avanços em determinadas áreas das pesquisas em IA, progresso esse que não aconteceu analogamente em outras. Todavia, o que fez com que as pesquisas em IA arrefecessem, na segunda metade do século XX, foi a experiência prática desfavorável que explicitou as suas limitações e contingências. Muitas promessas foram feitas, e, de fato, várias delas não foram cumpridas.

Ou seja, engendrar uma real inteligência não se mostrou tarefa fácil na labuta cotidiana dos pesquisadores e engenheiros das IA, e pouco a pouco a dura realidade começava a se impor, o que significa dizer, tornavam-se mais nítidos os limites da computação. Mas, retornando ao âmbito das conceitualizações e definições, colhemos da lavra de Frederick Brooks (1986, pp. 14-15) a seguinte afirmação:

Duas definições bastante diferentes de IA são comuns hoje em dia. AI-I: O uso de computadores para resolver problemas que antes só podiam ser resolvidos aplicando

inteligência humana. AI-2: O uso de um conjunto específico de técnicas de programação conhecidas como heurísticas ou baseadas em regras. Nessa abordagem, os efeitos humanos são estudados para determinar quais heurísticas ou regras práticas usam na solução de problemas.

O programa é desenhado para resolver um problema da maneira como os humanos parecem resolvê-lo codificados na base de regras de maneira uniforme, e ferramentas são fornecidas para desenvolver, alterar, testar e documentar a base de regras. Isso regula grande parte da complexidade do próprio aplicativo. O poder de tais sistemas não vem de mecanismos de inferência cada vez mais sofisticados, mas de bases de conhecimento cada vez mais ricas que refletem o mundo real com mais precisão.

Tais sistemas são chamados de sistemas especialistas. E, como escreve Frederick Brooks (1986, p. 15) “o pré-requisito essencial para a construção de um sistema especialista é ter um especialista”, ou seja, o primeiro problema de relativa robustez e complexidade a ser enfrentado para a concepção de uma verdadeira inteligência artificial (i) é conseguir encontrar um especialista extraordinariamente competente, que seja capaz de resumir e sintetizar todas as possibilidades potenciais que o sistema artificial irá encontrar em situações reais que requeiram a inteligência de sua área de especialidade. Transformar esse contexto indeterminado numa coleção de axiomas, então, torna-se mais complicado ainda.

Mas a pergunta espinhosa ainda é: como representar bom senso e inseri-lo num sistema cibernético-informacional? Um segundo problema, não menos sério e também difícil de enfrentar nesse âmbito das limitações (ii), é conseguir formalizar tais conhecimentos em linguagem computacional, ou seja, transformar tudo isso que o especialista pretensamente definiria em dados computáveis, de forma bem definida e determinada, sem ruídos ou ambiguidades, e em seguida implantar com eficiência esse conhecimento na máquina por meio de um software que replique a própria inteligência do especialista humano.

Além disso, (iii) seria necessário que ele (software) fosse capaz também de atualizar esses seus conhecimentos e saberes heurísticamente, autonomamente, através de erros e acertos, fazendo novas descobertas, classificando memórias continuamente, de modo a acompanhar a dinamicidade do ambiente em que está

inserido. Infelizmente, tais metas, hoje, parecem realmente inatingíveis, principalmente se considerarmos que um software é uma ideia, um conceito, uma abstração, e que, como tal, possui características intrínsecas das quais eles não podem escapar de nenhuma maneira, o que impõe limitações significativas ao próprio processo.

O ser humano continua sendo o modelo de inteligência que uma máquina pretensamente inteligente deve sempre procurar simular, pois só será considerado de fato inteligente um sistema que exiba características comportamentais e de faculdades e propriedades muito semelhantes às nossas. Porém, como sabemos, certas propriedades biológicas são simplesmente insimuláveis num sistema artificial.

Pelo menos, por enquanto (2018) e, principalmente, se o referido sistema for concebido e construído segundo a teoria computacional que possuímos até agora. Num só termo, ainda é impossível fazê-lo, tendo em vista o estado da arte atual dos sistemas cibernético-informacionais mais avançados de nossos dias.

Ainda assim, e seguindo a mesma linha de raciocínio, como implantar nela (IA) uma autoimagem de si mesma, um horizonte de compreensão e significação sensível da amplíssima realidade que 'aí está' no mundo, a englobar tudo no âmbito societal? Como ensiná-la o que significa sentido?

A resposta é óbvia e um tanto quanto desconcertante: isso é impossível, pelo menos por enquanto. Se “não há ninguém 'ali dentro' ainda” – como diz Daniel Dennett –, alguém vivo que tenha uma relação com a história, com o mundo, consigo mesmo, que possua uma vida, valores, corporalidade, sentimentos, sensibilidades, relações sociais, logo, não poderá haver também subjetividade, compreensão de mundo, de si mesmo e assim por diante. Como nos informa António Damásio (2011, p. 16), “sem a consciência, isto é, sem uma mente dotada de subjetividade, você não teria como saber que existe, quanto mais saber quem você é e o que pensa”.

Nós mesmos, os seres humanos, quando interagimos com o mundo que nos circunscreve, estamos sempre a redescobri-lo, a resignificá-lo, já que a realidade em si é sempre volátil e arredia, constituída no movimento e na duração, como exprimiu muito bem Henri Bergson, de maneira que a consciência e a inteligência precisam se manter em constante atualização. São muitas as potencialidades possíveis no objeto dinâmico chamado realidade.

O previsível sim, quem sabe possa ser computado, pré-programado, mas o imprevisível, o que ainda não aconteceu, as possibilidades recursivas inimagináveis, as propriedades emergentes e o próprio acaso, por exemplo, são impossíveis de se conceber a priori e de se pré-implantar num sistema de IA qualquer. O nosso cérebro, que funciona como um extraordinário antecipador de cenários, é bioevolutivamente preparado e constituído para enfrentar exatamente esse tipo de ambiente incerto e oscilante, ou, na linguagem peirceana, um objeto dinâmico, como também são os demais seres vivos da biosfera. E ele (cérebro) só é capaz de realizar tudo isso, como nos informa António Damásio (2015, p. 266), porque ele é um sistema de sistemas.

Cada sistema compõe-se de uma elaborada interligação de regiões corticais pequenas porém macroscópicas e de núcleos subcorticais, os quais são compostos por circuitos locais microscópicos, compostos, por sua vez, de neurônios, todos ligados por sinapses. Enfim, um sistema bioevolutivamente constituído justamente para interação e interface com esse complexo e dinâmico ambiente externo. Ou seja, em termos teóricos mas também práticos, não bastaria um robô, *andróide* e/ou software, que ‘lembrasse’ de tudo o que experiência em seu cotidiano, seria necessário também triar, descartar e atualizar o conhecimento que se adquire com algum grau de consciência.

É por isso também que não pode haver no referido sistema cibernético-informacional hipotético emoção, dor, prazer, medo, amor e assim por diante, pois tudo isso é não computável, e advém única e exclusivamente da biologia, isso se, e somente se, houver corpo, e sempre através da mente e da inteligência que são imanentes desses rebuscamentos e complexificações bioevolutivas dos organismos vivos. Tudo o que existe é a nossa própria engenhosidade e inteligência estendida nos objetos técnicos que concebemos e usamos. Enfim, é o ser vivo – em sua subjetividade ativa – que catalisa a experiência de existir, e, sem ele, resta apenas um sistema sem razão intrínseca de ser.

Sem essa monumental teia que entretece o sujeito e a sociedade, o indivíduo e a cultura, o corpo e os sentidos, simplesmente não se pode ter as faculdades e propriedades da vida, consciência, e, nem muito menos ainda, inteligência. Mesmo porque, no âmbito biológico – como nos informa António Damásio (2011, p. 24) “para que a mente se torne consciente, um conhecedor, seja lá como for que o chamemos

– self, experienciador, protagonista-, precisa ser gerado no cérebro. Quando o cérebro consegue introduzir um conhecedor na mente, ocorre a subjetividade”.

Assim sendo, mesmo que se tenha um software simulando uma pseudo-consciência, num nível avançado de minúcias e detalhes, ainda assim, qual seria a finalidade útil desse sistema cibernético-informacional, se não houver humanos para doar-lhes sentido, utilidade, para demandá-lo, incitá-lo à ação, à resolução de problemas? Para nada, novamente, é a resposta. Simplesmente os computadores não se moveriam, não agiriam, pois não teriam ‘motivos’ para isso. E não se moveriam, agiriam e nem processariam absolutamente nada, simplesmente porque não existiriam na realidade factual ontológica do mundo, como entes animados, como agentes inteligentes e conscientes de si, pois não possuiriam ontologia de vivo, e seriam apenas objetos inanimados do mundo físico.

4.1 Inteligência Humana

Não são recentes os estudos e discussões acerca da inteligência e das possíveis capacidades/habilidades cognitivas dos indivíduos. A preocupação e as reflexões acerca do tema e de suas implicações na sociedade surgiram ainda com os pensadores da Grécia Antiga, como Sócrates, Platão e Aristóteles (GARDNER, 2003).

A sua sistematização desde Aristóteles — passando por Morgan, Boole, Frege, Russell e os lógicos modernos — influiu de modo relevante na filosofia e este tipo de lógica foi adotado como modelo do raciocínio humano.

Constantemente relacionada com fatores de aprendizagem (KHALFA, 1996), a inteligência passou a ser usada para caracterizar alguém que aprendeu muito, ou, no mínimo, mais que a maioria das pessoas, como é o caso de acadêmicos e estudiosos de alguma área. Atualmente, segundo Gardner (2003), quem se ocupa de estudos sobre a inteligência, os processos cognitivos e estudos sobre o conhecimento humano é a Ciência Cognitiva¹, definida pelo autor como:

Um esforço contemporâneo, com fundamentação empírica, para responder questões epistemológicas de longa data – principalmente àquelas relativas à natureza do conhecimento, seus componentes, suas origens, seu desenvolvimento e seu emprego (GARDNER; p. 19; 2003).

Remontando de pensadores da filosofia grega (Gardner, 2003), as questões relacionadas à inteligência permanecem exigindo esforços de pesquisadores e estudiosos de várias áreas do saber. Este grupo de disciplinas, denominadas Ciências Cognitivas, surgiu para suprir as lacunas de estudos sobre a relação do cérebro humano e da mente. Compõe este grupo de disciplinas, em princípio, Psicologia, Antropologia, Filosofia, Linguística, Neurociência, Inteligência Artificial (GARDNER, 2003; NEUFELD; BRUST e STEIN, 2011). Já nos anos mais recentes também áreas da administração estão demonstrando interesse pelo tema e suas aplicações no ambiente organizacional (STERNBERGER e KAUFMAN, 1998).

Neste contexto, Pinker (1998) aponta que a mente é um sistema bastante complexo e que estudá-la permanece sendo um desafio. Para o autor, “a mente é o que o cérebro faz (...)”, apontando que o cérebro processa informações e as utiliza para a resolução de problemas, para questões de adaptação ao ambiente, racionalização sobre determinados fatos, dentre outras funções cognitivas (PINKER, 1998, p. 32).

Khalfa (1996) ainda apresenta a ideia de que a informação em si não é o fator que chama atenção neste contexto, mas sim o processamento que é realizado com a informação possibilitando ao cérebro humano realizar as correlações necessárias e assim tomar suas decisões com base em processos racionais. Partindo dos pressupostos biológicos do cérebro e da mente humana, pouco se pode afirmar sobre a inteligência (GARDNER, 2003) em função de as ciências biológicas e as neurociências ainda não conseguirem explicar plenamente as funções que podem ser desempenhadas pelo cérebro humano. Autores como Khalfa (1996), Pinker (1998), Almeida (2002), Gardner (2003), Primi (2003), apontam que o cérebro permanece sendo um campo amplo de estudos por sua estrutura complexa, com milhões de

interconexões e que dificilmente poderá ser reproduzido em outros ambientes, ou mesmo recriado em projetos de inteligência artificial.

No entanto, algumas questões apontadas pela neurobiologia, segundo Gardner (2003), mostram que o cérebro possui uma flexibilidade - ou em termos técnicos 'plasticidade' - para aprender e se adaptar às situações, em especial nos primeiros anos de vida, confirmando os apontamentos de Piaget (1976) sobre a influência do ambiente e do convívio social dos indivíduos, em especial as crianças, pois ainda estão em formação. Com o passar do tempo essa plasticidade vai sendo reduzida. Por meio dessa plasticidade os indivíduos passam por suas experiências particulares e aprendem por meio da experimentação.

Sendo o ato do conhecimento ao mesmo tempo biológico, mental, lógico, linguístico, cultural, social e histórico, ele não pode ser dissociado da vida humana e da relação social. O nosso complexo cérebro/mente não reflete o mundo, ele capta um mundo caótico o qual procura organizar e dar um significado. Nós lidamos, a maior parte do tempo, com dados vagos, imprecisos e contraditórios. Não obstante, o discurso "competente" do especialista tenta expulsar o espectro da imprecisão que ronda as ciências do conhecimento. Ao invés de ignorar ou de tentar expurgar a imprecisão, é preciso aprender a trabalhar com ela. Entre o nosso raciocínio lógico e não-lógico, há áreas de penumbra e zonas cegas. Isto porque a lógica formal baseia-se no silogismo, na dedução, na indução; ela é tautológica (ou pelo menos homeostática) e repousa na confirmação (dedução) ou na generalização (indução) de suas premissas.

Já a lógica auto-organizacional (e mesmo o raciocínio não-lógico) progride através do erro, dá saltos a partir dos quais aparecem desenvolvimentos novos e estruturas organizacionais diferenciadas. Embora a lógica formal contribua para arranjar os elementos no raciocínio, ela pode ser até mutilante para o processo de criação: Em 1965, o engenheiro e matemático Zadeh elaborou a teoria de uma lógica não-formal, que ele chamou de lógica difusa ou nebulosa. As regras desta lógica variam em função das circunstâncias e é possível, com o auxílio dos conjuntos nebulosos e da heurística dos conjuntos teóricos imprecisos, uma aproximação das formas de raciocínio

humano. Armado com este tipo de lógica, que envolve uma axiomática não-rigorosa, pode-se utilizar um encadeamento de inferências do tipo: num primeiro momento "se a, então b"; num segundo momento "se a, então não b": num terceiro momento "se g, então "mais ou menos b" e assim por diante.

Essa conexão do tipo se/então é uma ferramenta muito útil e permite que as conclusões sejam expressas não em termos de probabilidades, mas de possibilidades. O princípio da complexidade impede (no momento) uma teoria unificadora do conhecimento e não permite exorcizar essa instância da contradição, da incerteza, do irracional. De acordo com os teoremas de Gódel, um sistema formalizado complexo (axiomatizado) não pode ser validado por si mesmo. Isto significa que um sistema lógico, de certa complexidade, não consegue escapar de suas contradições ocultas.

4.1.1 O papel da linguagem na inteligência

Dennett (1994) levanta alguns questionamentos acerca da correlação entre inteligência e linguagem. São eles: Que variedades de pensamento requerem linguagem? Quais variedades de pensamento (se houver) são possíveis sem a linguagem? Segundo o autor estas podem ser vistas como questões puramente filosóficas, a serem investigadas por uma análise lógica sistemática das condições necessárias e suficientes para a ocorrência de vários pensamentos em várias mentes. E, em princípio, tal investigação pode funcionar, mas na prática é inútil. Qualquer análise filosófica desse tipo deve ser orientada desde o início por reflexões sobre o que são os fatos "óbvios" que restringem o pensamento e a linguagem, e essas intuições iniciais acabam sendo traiçoeiras.

A análise filosófica, por si só, não pode penetrar em um emaranhado de perplexidades quando se trata dessas questões. Enquanto os filósofos que definem seus termos cuidadosamente podem ter sucesso em provar logicamente que - digamos - pensamentos matemáticos são impossíveis sem linguagem matemática, tal prova

pode ser relegada à irrelevância pela surpreendente descoberta de que a inteligência matemática não depende de poder ter pensamentos matemáticos assim definidos (Dennett, 1994).

Ainda para Dennett, comparar nossos cérebros com cérebros de outros animais é quase irrelevante, porque nossos cérebros estão, de fato, unidos em um único sistema cognitivo que supera todos os outros. Eles são unidos por uma das inovações que invadiram nossos cérebros e nenhum outro: a linguagem. “Cérebros animais nus não são páreo para os cérebros fortemente armados e equipados que carregamos em nossas cabeças” (Dennett, 1994).

Uma abordagem puramente filosófica para essas questões deve ser complementado - não substituído - por pesquisas em uma variedade de disciplinas que vão da psicologia cognitiva e neurociência à teoria evolutiva e à paleoantropologia.

Em algum momento da pré-história, nossos ancestrais domaram fogo; as evidências sugerem fortemente que isso aconteceu centenas de milhares de anos - ou até mesmo um milhão de anos (Donald, p.114) - antes do advento da linguagem, mas é claro que depois, nossa linhagem hominídea se separou dos ancestrais dos macacos modernos, como os chimpanzés. O que, se não a linguagem, deu aos primeiros hominídeos do fogo, o poder cognitivo para dominar tal projeto? Ou o fogo não é tão importante? Talvez a única razão pela qual não encontramos chimpanzés na natureza sentados ao redor de fogueiras é que seus habitats chuvosos nunca deixaram restos suficientes para dar ao fogo uma chance de serem domados, pondera Dennet.

Apenas cérebros humanos, foram armados por hábitos e métodos, ferramentas mentais e informações, extraídos de milhões de outros cérebros aos quais não estamos geneticamente relacionados. Isso, amplificado pelo deliberado uso de gerar e testar na ciência coloca nossas mentes em um plano diferente das mentes de nossos parentes mais próximos entre os animais. Esse processo de aprimoramento específico da espécie tornou-se tão rápido e poderoso que uma única geração de melhorias em seu projeto pode agora diminuir os esforços de R e D de milhões de anos de evolução pela seleção natural (Dennett, 1994). Assim, enquanto não

podemos descartar a possibilidade, em princípio, de que nossas mentes sejam cognitivamente fechadas para algum domínio ou outro, nenhuma boa razão "naturalista" para acreditar que isso pode ser descoberto em nossas origens animais. Pelo contrário, uma aplicação adequada do pensamento darwinista sugere que, se sobrevivermos às nossas atuais crises ambientais auto-induzidas, nossa capacidade de compreensão continuará a crescer em incrementos que hoje são incompreensíveis para nós.

4.1.2 Inteligência Coletiva ou Coletivo Imaginário

A partir da década de 1970, as transformações ocorridas na sociedade, dentre elas o surgimento e a popularização de várias tecnologias de informação e comunicação (TIC), alteraram também o comportamento dos indivíduos. A emergência das TIC aliada ao crescente número de usuários da rede mundial de computadores, a Internet, modificou as formas de comunicação e relacionamento. Com isso, a distância e o tempo deixaram de ser fatores prejudiciais no processo de comunicação (SANTIAGO JR, 2004), que atualmente pode oferecer interação entre vários indivíduos de modo virtual, sem que seja necessário reunir todos em um único local. Desta forma, o exercício das habilidades de cada indivíduo pode receber mais suporte e liberdade para que seja explicitado.

Como visto na seção anterior, cada sujeito possui capacidades individuais, que não necessariamente precisam corresponder aos tradicionais fatores cognitivos de raciocínio lógico e matemático, mas se abre uma gama de possibilidades e potencialidades, que se torna um desafio para as empresas atuais conseguirem compreender estes processos e utilizá-los da melhor forma. Como disse Lévy (1998), ninguém sabe tudo, mas todos sabem um pouco sobre determinado tema. Muitos dos desafios da atualidade giram em torno das TIC, que ganham cada vez mais espaço, fazendo com que os indivíduos estejam em constante atualização. Essas tecnologias também trouxeram fatores positivos para a sociedade, com a facilitação nas comunicações entre pessoas; a interação com outras localidades por meio de um

ambiente virtual de comunicação; a redução de tempo e derrubada das barreiras geográficas, dentre outros fatores. Neste contexto, percebendo a interação dos indivíduos como fator de grande importância para a vida contemporânea, tornou-se necessário compreender este processo de interação e soma de expertises, buscando contribuir para a utilização desse potencial nos processos organizacionais. Para Lévy (p: 28; 1998), a inteligência coletiva é “uma inteligência distribuída por toda parte, incessantemente valorizada, coordenada em tempo real, que resulta em uma mobilização efetiva das competências”. Para o autor, a inteligência coletiva não tem a intenção de fundir as inteligências individuais dos integrantes do grupo, mas busca justamente a retomada das singularidades de cada componente e a complementaridade entre saberes. Para Malone³, Laubacher e Dellarocas (2010), a inteligência coletiva pode ser compreendida, de maneira generalizada, como grupos de pessoas desenvolvendo atividades inteligentes coletivamente. Essa coletividade pode ocorrer presencialmente ou de modo virtual com o auxílio das TIC. Ainda segundo estes autores, atualmente, exemplos de inteligência coletiva auxiliada pelas tecnologias de informação são portais de internet como o Google e Wikipédia⁴. Estes ambientes são considerados frutos de Inteligência Coletiva pelo fato de serem mantidos com o auxílio de pessoas interconectadas pelo ambiente virtual, a internet, ao redor do mundo. Unindo seus conhecimentos, interligando páginas por meio de links e contribuindo para a manutenção destes sistemas, os usuários exploram sua inteligência coletivamente, amparados pelas tecnologias de informação e comunicação. Para os autores acima citados, um dos pontos principais desse processo de utilização da inteligência coletiva é a liberdade de tomada de decisão concedida aos membros de determinado grupo. Já Surowiecki (2006) aponta que grupos heterogêneos, geralmente, criam resultados superiores do que os resultados obtidos individualmente pelo membro considerado mais inteligente. Para o autor, a coletividade pode proporcionar melhores resultados em função de atuar com várias perspectivas quando utilizada por um grupo que possui diversidade de opinião, independência, descentralização e agregação. Neste contexto, é necessária uma mudança no perfil da organização para que os grupos possam prosperar e alcançar a inteligência coletiva. Em muitos casos as questões burocráticas devem ser reduzidas e a orientação de trabalho, ou parte dele, ser direcionada para equipes autogeridas.

Assim como nos trabalhos de Levy (1998), Malone, Laubacher e Dellarocas (2010), Nagar e Malone (2011) apontam a questão da complementaridade entre inteligência humana e de máquina, mostrando que as ferramentas de tecnologia podem contribuir para a melhoria dos processos de comunicação e tomada de decisão, integrando pessoas e grupos em contextos mais abrangentes. Desta forma é possível perceber a importância da compreensão do tema para as disciplinas de gestão contemporâneas, pois a realidade atual oferece aos indivíduos a possibilidade de comunicação e interação quase em tempo real, cabendo às empresas buscar fazer uso das TIC em seus processos, contribuindo para a utilização da inteligência de seus colaboradores. No entanto, Lévy (1998), salienta a importância da observação dos fatores culturais da organização para a implementação de programas de inteligência coletiva, bem como de qualquer outro programa que traga mudanças. Para o autor, a inteligência coletiva só pode ter início com a cultura organizacional que proporcione políticas e costumes compartilhados voltados para o trabalho em equipe, de forma que a sua manutenção também depende dessa cultura. Desta forma, partindo desses conceitos é possível ingressar nas discussões acerca da IO, foco do trabalho, apresentando na próxima seção o tema Inteligência Organizacional, com suas principais características, conceitos e modelos.

4.2 Inteligência artificial

Uma máquina pode pensar? Ela pode ter um comportamento inteligente, no sentido humano?

Logo em suas primeiras em Inteligência Artificial (IA), os pesquisadores, os pesquisadores atuantes no campo priorizaram a implementação de algoritmos capazes de executar tarefas computacionalmente simples, mas desafiadoras ao ser humano. Entre tais atividades estavam a identificação e descrição dos itens de uma lista mais extensa do que pessoas comuns poderia memorizar, cálculos matemáticos, inicialmente simples em calculadoras que, à época, ocupavam um grande espaço nas

mesas dos laboratórios das ciências naturais e, também as leis de Newton ou os seus métodos de cálculo diferencial e integral.

O sucesso foi estrondoso e as expectativas se elevaram a um patamar tal que, ainda hoje, servem de referências aos pesquisadores e aos ouvintes das notícias que se propagam, seja nas mídias de massa da web, ou nos encontros e conferências, em algum dos campos correlatos a essa matéria.

Passados os primeiros momentos de glória, a fase seguinte foi dedicada à automatização de tarefas simples do quotidiano, usando funções booleanas e algumas poucas equações lineares. Até que o paradigma da programação de um conjunto finito de funções pré-definidas foi substituído, ao menos nas aspirações dos programadores e investidores, pelo da aprendizagem. A partir desse novo paradigma almejou-se programar algoritmos capazes de aprender. Tal como bebês, crianças e alguns adultos, metáforas utilizadas para justificar os erros grotescos que tais algoritmos cometiam a tentar distinguir, por exemplo, uma pessoa se barbeando. Nesse exemplo clássico, os algoritmos identificaram pessoas como “não humanos” ou coisas, na quando identificavam o aparelho elétrico de barbear em suas mãos. Afinal, como um device elétrico poderia pertencer a um corpo humano?

A partir desses experimentos, os cientistas puderam verificar que um dos desafios para a aprendizagem de máquina estava em significar o dado ou a informação, a partir do contexto em que foi originado e da subjetividade humana. Tarefas simples mostraram-se desafiadoras, na medida em que carregavam automatismos, intuição, expressões e emoções.

Desde então, o investimento em técnicas que favoreçam a ampliação dessa compreensão pelas máquinas tem sido expressivo, porém, ainda sem melhorias expressivas no horizonte. Predominantemente, tais algoritmos tentam processar a linguagem que naturalmente verbal, escrita, ora a partir de dados estruturados, em tabelas indexadas em metadados complexos, ora nos posts das redes sociais. Ao falarmos com a Siri, ou Alexia, ou Edu, ou outros assistentes virtuais, sentimos o limite dessa tecnologia que ainda confunde “alho” com “bugalhos”.

E assim a vida segue....

O primeiro trabalho notável rumo ao que poderia aspirar o lugar de uma Inteligência Artificial foi desenvolvido, por meio da indústria de cinema. O cientista Alan Turing que, durante a Segunda Guerra Mundial, trabalhou em *Bletchley Park*, ajudando a decifrar os códigos alemães. Depois da guerra, ele começou a trabalhar na ideia da possibilidade de construir um computador que pensasse. O seu trabalho publicado em 1950, *Computing Machinery & Intelligence*, foi um dos primeiros trabalhos escritos sobre o assunto. Nele foi criado o teste de Turing, um meio de avaliar o sucesso ou não de uma tentativa de produzir um computador pensante. Mais especificamente, ele era baseado na ideia de que se uma pessoa interrogasse o computador e não pudesse dizer se este era um humano ou um computador, então, para todos os efeitos, conforme Turing, o computador seria inteligente (Luger, 2014).

Outro marco importante deve-se a Frank Rosenblatt (1961), que em sua publicação criou uma máquina, o Perceptron. Em seu trabalho Rosenblatt não teve só a intenção de apenas descrever uma máquina, mas preferencialmente de apresentar uma teoria. Introduzindo diversos conceitos de IA ligados, conceitos que introduziram as redes neurais (Malsbrug, 1986). Alguns algoritmos de inteligência artificial são baseados em teorias estatísticas, como processos estocásticos de markov (jurafsky; martin, 2008), rede bayesiana de crença (RBC ou BBN, da sigla em inglês Bayesian Belief Network) importante para pesquisas, incluindo diagnósticos, aprendizado de máquina e compreensão de linguagem natural (Luger, 2014).

Inteligência Artificial, em particular Sistemas Especialistas (SE), são tópicos importantes na comunidade científica atual. Nos últimos anos têm ocorrido várias tentativas de aplicação de métodos e "softwares" de IA no desenvolvimento de Simulações. Os sistemas assim gerados, utilizando-se da tecnologia de IA, permitem construções rápidas de modelos, aceleram as validações dos mesmos, e rodam com a base de conhecimento interna ao sistema/pacote. Este último fato permite que decisões sejam tomadas sem interromper o processo de simulação.

A IA tem suas raízes nos ensaios especulativos sobre o poder dos computadores, realizados por Turing, em 1950 (Turing, 1950). Como coloca R.E.Shannon (1985), a IA como é conhecida hoje é resultado de um encontro de dez cientistas, interessados em computação simbólica, realizado em Dartmouth College, New Hampshire, em 1956. Entretanto, somente nos últimos anos a IA tornou-se comercial, atuando em áreas bastante restritas.

J .G. Moser (1986) coloca IA como um termo abrangente que inclui diversas áreas, mas enfatiza que a área que está causando maior impacto nas ciências administrativas é, sem dúvida, Sistemas Especialistas (SE). Ele define SE, também chamado Sistema Baseado em Conhecimento, como um "software" capaz de acessar e processar logicamente as informações que uma pessoa, especialista numa área particular de conhecimento, utilizaria para tomar uma decisão.

Da mesma forma que para IA, são várias as definições para Sistemas Especialistas. Apresentaremos a seguir algumas: M.S.Fox (1990): "É um programa computacional que limita o comportamento de exploração (busca) dos especialistas humanos na solução de problemas". Kerchoff (1986): "São sistemas de processamento de informações que utilizam uma combinação de raciocínio simbólico com processamento de dados". Shannon (1985): "São sistemas projetados para compilar a experiência de um certo número de especialistas, de um campo de atuação bem definido, numa série de regras. Essas regras serão utilizadas para gerar inferências e sugerir ao usuário um curso de ação no tratamento de um problema". De uma forma geral as definições de Sistemas Especialistas possuem alguns pontos comuns:

- São sistemas computacionais (programas computacionais);
- Processam informações obtidas junto à especialistas com área de atuação bem definida e restrita;
- Trabalham com regras e dados incertos;

- Utilizam raciocínio simbólico;
- Explicam a linha de raciocínio e justificam suas conclusões;
- Possuem interação amigável.

Dentro do exposto, uma definição que reflete bem o que entendemos por SE é dada por D. Waterman (1985): "Sistema Especialista é um programa computacional que utiliza conhecimentos de especialistas (peritos) para alcançar altos níveis de performance numa área restrita do conhecimento. Esses programas representam conhecimento simbolicamente, examinam e explicam seus processos de raciocínio, e tratam com problemas de áreas que requerem anos de treinamento especial e educação para que um homem possa dominá-lo". Para atender ao que se propõe, um típico sistema especialista deve ser composto de: - Uma Base de Dados Global; - Uma Base de Conhecimento; - Uma Estrutura de Inferências. A Base de Dados Global é composta pelo conhecimento declarativo, contendo os fatos representativos da realidade do problema particular tratado. A Base de Conhecimento descreve os fatos e as heurísticas que representam o conhecimento do especialista (conhecimento relacional). A Estrutura (máquina) de Inferências define como os dados e conhecimentos serão manipulados para se chegar à solução do problema. Sistemas Especialistas diferem um pouco das pesquisas puras em IA, porque seu objetivo principal não é entender os mecanismos básicos utilizados pelo especialista para chegar a algum resultado, mas sim duplicar consistentemente esses resultados. Se são projetados para compilar a experiência de especialistas de um campo restrito de trabalho, transformá-las em regras que permitam inferências e sugerir cursos de ação ao usuário.

Em pesquisa recente do McKinsey Global Institute (2018), uma análise de mais de 400 casos de uso em 19 indústrias e 9 funções de negócios, destaca o amplo uso de técnicas avançadas de IA com significativo potencial econômico. As descobertas da pesquisa destacam o potencial substancial de aplicar técnicas de "deep learning" para os casos de uso em toda a economia, mas enxerga também algumas limitações

e obstáculos contínuos - juntamente com oportunidades futuras à medida que as tecnologias continuam avançando.

Nesta pesquisa outras técnicas tradicionais foram examinadas, e algumas escolhidas (Figura 11). Nela são mostrados os resultados da relevância das técnicas para cada função de negócio do mercado (ex: RH, vendas e marketing, etc.) e para cada tipo de indústria.

Entre outras pesquisas econômicas onde a inteligência artificial tem sido utilizada destacam-se algumas, como em (Jarrahi, 2018) onde ele estuda a penetração da inteligência artificial nos processos das organizações e analisa a complementaridade que os humanos podem dar, ao aumentado poder computacional e abordagem analítica dada pela inteligência artificial, na tomada de decisão. Ele argumenta que a IA pode estender a cognição dos humanos ao lidar com a complexidade, enquanto os humanos ainda podem oferecer abordagem holística e intuitiva ao lidar com a incerteza e a equivocidade na tomada de decisões organizacionais. E conclui que a ascensão da AI exige uma nova simbiose homem-máquina, que apresenta uma divisão de trabalho entre máquinas e seres humanos. Seu artigo contribui para uma compreensão como a AI pode ajudar e aumentar, ao invés de substituir, a tomada de decisão humana. Destaca-se também Li et al (2018), onde eles levantam diversas aplicações de IA na economia, onde destaco algumas pesquisas, divididas por técnicas:

A comunidade da IA se dividiu em duas escolas, uma postulando uma versão forte da IA, a outra uma versão fraca. Na IA forte, do tipo humano, a máquina apresenta estados cognitivos funcionalmente (mais pela evidência, do que de fato) idênticos àqueles do cérebro. Na opinião de Simon, o processo do pensamento humano depende do processamento de símbolos no cérebro. De sorte que o tratamento dos símbolos através de regras pode engendrar múltiplos estados cognitivos que são denominados pensamentos. Ele postula a aplicação de um conjunto de regras (denominado de rede semântica ou gráfico de dependência conceitual) e estipula como combinar entre elas o estado da máquina; depois ocorre

a "descodificação" dos estados da máquina resultantes para fornecer uma interpretação do cálculo em termos de conceitos cognitivos. Esta é, em poucas palavras, toda a estratégia de abordagem descendente da IA. Simon, juntamente com Newell, apresentou o programa General Problem Solver que repousava numa forma de raciocínio heurístico.

Nestas condições, a tarefa consiste em encontrar uma seqüência de operações que permite transformar o estado inicial num conjunto final (através da análise fins/meios). Estes tipos de programas podem produzir resultados de aparente inteligência num domínio muito limitado, mas um verdadeiro abismo o separa do pensamento humano. Um episódio anedótico pode ilustrar este fato. Na década de 50, se tentou introduzir um programa de tradução russo-inglês através de uma máquina inteligente.

Foi elaborado um programa com um vocabulário copioso e com a inserção da gramática de cada língua na máquina. Mas a imensidade da tarefa ficou logo patente, desde que uma frase como out of sight, out of mind (longe dos olhos, longe do coração) foi traduzida por blind and insane (cego e louco). A máquina lida mal com metáforas. Para ter um desempenho que se aproxime do pensamento humano é preciso que a máquina seja alimentada, não só com um imenso dicionário e de regras gramaticais, mas também com vasta enciclopédia contendo o saber universal em todas as áreas e dentro de culturas específicas.

Segundo Simon (escola descendente da IA) o que se passa no cérebro ao nível neuronal não tem relação direta com a cognição; em resumo, para isolar as regras do pensamento é suficiente considerar o nível superior (tratamento simbólico e gestão, apenas no nível formal, das redes semânticas), ignorando o que se produz abaixo, ao nível dos elementos microscópicos de tratamento.

Já os defensores da abordagem ascendente (Hofstader, Minsky) postulam um mecanismo inverso. Para compreender como opera o cérebro é preciso partir de processos elementares funcionalmente equivalentes aos neurônios e construir teorias explicando como os estados cognitivos podem resultar de conexões e de interações

entre elementos simples. A teoria ascendente supõe símbolos ativos nascendo de uma associação de elementos de cálculo no nível infracognitivo: o pensamento é um epifenômeno da emergência.

A infracognição na base comandaria então a cognição no topo, com a matriz cerebral servindo apenas de substrato para a interação de símbolos ativos. É necessário um equipamento no interior do qual os símbolos ativos possam interagir, mas, note-se, nada exige que esse substrato material seja fisicamente o mesmo que o cérebro humano. Tudo o que é preciso é que o terreno do jogo, onde interagem esses símbolos, tenha a mesma potência de cálculo que o cérebro humano.

Mas como passar dos cálculos desprovidos de senso do nível infracognitivo à significância dos símbolos ativos? Esse é o problema capital da abordagem ascendente. Em 1943, McCulloch & Pitts postulavam que redes neurais podiam computar. Em 1949, Hebb formulava o seu modelo de mecanismo sináptico: "a repetição de excitação simultânea de duas células nervosas modificaria a eficácia das sinapses que as ligassem". A leitura deste postulado é a seguinte: "Se duas unidades em cada extremo de uma ligação forem ativadas simultaneamente, a ligação entre elas será fortalecida". Esta regra reflete a suposição razoável de que quanto mais uma ligação é utilizada mais fácil se torna a sua reutilização. Uma ligação ganha tanto mais força quanto mais vezes for usada. Padrões de entrada semelhantes terão na máquina padrões de saída semelhantes; a máquina "aprende" assim a reconhecer padrões. A um aparelho baseado nestes princípios dá-se o nome de "máquina de aprendizagem competitiva".

As redes neurais (ou modelos neo-conexionistas) são objeto de trabalhos cada vez mais numerosos. Elas parecem ser particularmente eficazes no estudo de fenômenos de acesso lexical, de memória, de reconhecimento de formas, de aprendizagem e de controle motor nas tarefas automáticas, como manutenção do equilíbrio e datilografia. São modelos próximos da biologia ou neuronóides. Uma rede funciona sem controle executivo, sem programa nem chefe de orquestra.

A IA é uma espécie de subproduto das ciências cognitivas e tem seu embasamento numa tripla revolução epistemológica que compreende a psicologia, a informática e a linguística. O enfoque transdisciplinar do processo cognitivo tem permitido avanços da IA, através de importantes subsídios fornecidos também pelas neurociências, matemática, sociologia, microeletrônica, robótica e tantos outros ramos do conhecimento. Entretanto, com um comportamento manifestamente reducionista os pesquisadores da IA pretendem atribuir à máquina uma capacidade pensante. A máquina tenta simular a inteligência e nunca reproduzir a inteligência.

O grande desafio das ciências cognitivas é procurar o conhecimento em si e não apenas em reproduzir uma simples formalização lógico-matemática do conhecimento. Mas essa tarefa não é nada fácil, pois nós ainda não compreendemos o cérebro. O biólogo Lyall Watson assim se manifestou a respeito do cérebro: “Se o cérebro fosse tão simples que pudéssemos compreendê-lo, nós seríamos tão simples que não o conseguiríamos”.

Na busca de uma Inteligência Artificial semelhante à inteligência do ser humano, considere-se que o ser humano tem, pelo menos, 150 bilhões de neurônios e, provavelmente, de 1.000 a 10.000 conexões por neurônio, segundo alguns autores. Isto forma uma teia incomensurável e, tendo a sua descrição biológica indefinida, a tendência é o desenvolvimento da neurocomputação, isto é, a utilização de algoritmos inspirados na evolução biológica, os chamados algoritmos evolucionários, base da Inteligência Artificial Evolucionária (IAE) (BARRETO, 1997).

4.2.1 Robot: as primeiras aspirações humanas sobre IA

A palavra *robot* vem do checo *robota* que significa, trabalho forçado (escravo). Essa denominação surgiu a partir dos primeiros mecanismos industriais capazes de imitar movimentos naturais conhecidos como *robots* de primeira geração, em que se limitavam a realizar apenas tarefas simples e repetitivas. Com o evoluir dos tempos,

foram criadas gerações com novos recursos e com maior facilidade de adaptação às variações do ambiente.

No campo da inteligência, o desenvolvimento da robótica, parte da busca de uma geração capaz de tomar decisões de acordo com as circunstâncias, isto é, preocupar-se com o objetivo de transformar o automático em autônomo. Assim, a inteligência artificial contribuiu para a concepção do *robot* ideal, como sendo um agente inteligente, ou seja, componente de *hardware* e/ou *software* capaz de agir em conformidade com eventuais instruções pré-definidas, fornecidas pelo utilizador, de modo a executar determinadas tarefas, sendo capaz de raciocinar, de acordo com o modelo do mundo e o problema a ser solucionado. Além disso seria:

- Dotado de uma capacidade de introspecção em que pode examinar os processos do seu pensamento;
- Capaz de discernir aquilo que sabe e o que não sabe, anotando a diferença entre ambos;
- Ser possuidor de um conhecimento geral sobre o seu mundo e ter conhecimento específico sobre determinados problemas;
- Ser regido por regras ou outras formas racionais de organizar sua tomada de decisão;
- Capaz de analisar a tarefa ou o problema, ponderar soluções, planejar ações para solucionar o problema, e testá-las tendo em conta a escolha dentro das várias opções;
- Apto a funcionar em tempo e mundo real, tal como os humanos e, por último, saber avaliar quais as ações que o ajudaram ou não a atingir determinado objetivo.

Contudo esta idealização do robô perfeito só ainda é em teoria, pois na prática os robôs atuais não conseguiram cumprir todas estas regras. Um grande computador atual pode processar bilhões de cálculos em segundos, mas não consegue interpretar uma piada que até uma criança de quatro anos entenderia, sobretudo na natureza, onde as informações normalmente surgem de forma inesperada, ilógica ou irracional.

4.2.2 Marcos históricos

A partir do momento em que se começa a pesquisar uma determinada área, é conveniente e necessário reportar-se ao passado, buscando-se registros e ou fatos que possam estar relacionados com a pesquisa, na procura de suas justificativas e origens. Assim, no campo da IA, podem ser encontradas várias citações, ao longo da História, em mitos, lendas e fatos, de tentativas de substituição da figura do homem pela máquina, antes da época presente:

- Na mitologia grega, com a história de Pygmalion, um rei de Chipre, que moldou uma figura feminina de marfim, trazida à vida por Afrodite. (FISCHLER & FISCHLER, 1987).
- Na história de Esparta, onde o ditador Nobis, em 200 a.c., dispunha de um robô que era seu cobrador de impostos. (RABUSKE, 1995).
- Na idade média, onde Alberto Magno, no século XIII, fabricou um escravo animado em tamanho natural. (RABUSKE, 1995).
- Na história da literatura moderna, através do monstro criado pelo Dr. Frankenstein, no século XIX.
- Na lógica simbólica, proposta por Leibnitz em 1677, e que, ao ser estudada por George Boole, em 1854, veio a receber o nome de Lógica Booleana. (FISCHLER & FISCHLER, 1987; RABUSKE, 1995).
- Na lógica dos predicados, proposta por Gottlob Frege em 1879, que tinha como objetivo analisar a estrutura formal do pensamento humano, sendo, atualmente, a base para a linguagem de programação Prolog. (FISCHLER & FISCHLER, 1987).

Na época contemporânea, ou mais especificamente, conforme citado, no presente século, pode-se classificar as pesquisas em IA em períodos, de acordo com FISCHLER (1987), RABUSKE (1995) e BARRETO (1997), conforme a discriminação a seguir:

- Antes de 1945 – Até então, as atenções voltavam-se para o neurônio, que foi visualizado em 1875 por Camillo Golgi (BARRETO, 1997) e sua modelação, em um trabalho publicado por MacCulloch e Pitts, em 1943. Neste período destacam-se os estudos dos pesquisadores buscando o entendimento da inteligência humana e as tentativas de criação de seres e mecanismos que apresentassem inteligência, sem, entretanto, fazerem correlação com o computador.

- De 1945 a 1960 – Neste período, os cientistas da IA dão ênfase à simulação da inteligência humana em situações específicas e pré-determinadas. Surge a expressão Inteligência Artificial, que alguns autores atribuem a John McCarthy, após uma reunião de especialistas realizada em 1956 nos Estados Unidos, o qual também é conhecido como o criador da linguagem de programação LISP, em 1958, atualmente uma das ferramentas mais utilizadas no desenvolvimento de aplicações em IA. A Inteligência Artificial é dividida em IAS (Inteligência Artificial Simbólica) e IAC (Inteligência Artificial Conexionista). Na IAS procurava-se, simplesmente, simular o comportamento inteligente, sem preocupar-se com suas causas responsáveis, ao passo que na IAC procurava-se modelar a estrutura cerebral do ser humano para, assim, obter-se a inteligência. Houve, a partir de então, um maior desenvolvimento da IAS, defendida, a princípio, por Marvin Minsky, tido por alguns autores como o pai da IA. A IAC, que baseava-se fundamentalmente em Redes Neurais (RN), ficou em segundo plano. Apesar das limitações computacionais da época, destacaram-se algumas conquistas relevantes, como o surgimento da cibernética, a modelagem de redes de neurônios como um novo paradigma para a arquitetura computacional e o desenvolvimento de alguns programas computacionais inteligentes que imitavam o comportamento humano.

- De 1960 ao final dos anos 80 – No início dos anos 60, os computadores começam a popularizar-se, fazendo parte do dia-a-dia das pessoas. Em 1965, L.Zadeh propõe a Lógica Difusa (Fuzzy Logic), que para alguns autores é o marco inicial da Inteligência Computacional, pois começa a tratar, também, das incertezas. O rápido desenvolvimento da indústria da informática, propiciando máquinas com maior capacidade de processamento, permitiu a criação de softwares mais complexos, a partir de novas arquiteturas. Assim, os cientistas da IA voltaram-se, também, para a IAC, intensificando suas pesquisas, notadamente em Redes

Neuronais, onde destacaram-se os trabalhos das Redes de Hopfield (HOPFIELD, J apud BARRETO, 1997), Redes de Kohonen (KOHONEN apud BARRETO, 1997), Redes de Contraposição (HECHT-NIELSSEN apud BARRETO, 1997) e outras. No começo dos anos 80, os japoneses lançam o projeto de fabricação dos computadores de quinta-geração, isto é, máquinas dotadas de inteligência e que, muito embora não tenham alcançado o sucesso pretendido, popularizaram o uso da linguagem de programação Prolog e despertaram a atenção de todos para uma ciência, até então, desconsiderada popularmente, a Inteligência Artificial. Neste período, dentre as aplicações de IA, as que mais se destacaram e se popularizaram foram os Sistemas Especialistas (SE), que são definidos, segundo o Prof. Edward Feigenbaum, da Universidade de Stanford (FEIGENBAUM, 1982), como "programas computacionais que usam o conhecimento e procedimentos de inferências para resolver problemas complexos que exigem especialistas humanos em suas soluções". Desta forma, um SE é um sistema computacional que imita a habilidade de tomada de decisão dos especialistas humanos, onde o termo imita significa que o SE pode ser planejado para atuar em todas aquelas situações possíveis que possam ser consideradas por um especialista humano. Os cientistas da IA deram ênfase à expansão de aplicações de técnicas de IA, notadamente a IAS, em diversos campos, tais como os famosos Sistemas Especialistas (SE): na medicina (Mycin), na geologia (Prospector), na computação, etc.

- A partir da década de 90 – Desde o começo desta década, apesar da maior aplicação e importância dada à IAS, os cientistas da IA, não satisfeitos com as definições até então apresentadas para esta, começam também a intensificar as pesquisas visando o desenvolvimento da IAC. Isto é perfeitamente explicado pelo fato de, até então, os pesquisadores não terem conseguido esclarecer ou definir perfeitamente conceitos diversos, como na área da engenharia do conhecimento, da cognição, ou entender perfeitamente como o conhecimento é processado e armazenado pelo ser humano. Por consequência, mantinha-se a dúvida de como fazê-lo ser processado e armazenado pelo computador, sendo este o substituto do Homem. Na área da engenharia genética, seria necessário entender o mecanismo perfeitamente, a ponto de modelar um sistema neurofisiológico. Para tanto, acredita-se que deverão ocorrer intensivos trabalhos de pesquisa sobre as tecnologias dos

Algoritmos Genéticos (AG's) ou engenharia genética, e das Redes Neurais (RN's), fortalecendo, desta forma, a IAC.

4.2.3 Novos paradigmas

Inúmeras questões permanecem em aberto, no campo de estudo sobre Inteligência Artificial. Alcançaremos o que pode vir a ser chamado de inteligência genuinamente artificial? O conjunto das inteligências que nos torna capazes de abstrair, imaginar, hipotetizar, investigar o que pode vir a ser? Vir a ser um fato científico como discutido por Fleck ou um fato da vida cotidiana ou da política?

Segundo documento publicado recentemente pela Comissão Europeia, quando da constituição do que denominaram

“Inteligência Artificial (AI) refere-se a sistemas que mostram o comportamento inteligente: através da análise de seu ambiente que pode executar várias tarefas com algum grau de autonomia para atingir metas específicas. Podendo, dessa forma, melhorar significativamente a vida das pessoas e trazer grandes benefícios para a nossa sociedade e economia através melhores cuidados de saúde, administração pública mais eficiente, o transporte mais seguro, uma indústria mais competitiva e agricultura sustentável.”

A IA pode ser usada para fazer diagnósticos médicos mais precisos e mais rápidos, realizar tarefas perigosas e repetitivas e liberar tempo valioso. Ela também pode ajudar na luta contra a cibercriminalidade e minimizar o uso de eletricidade.

Grupos de estudiosos, executivos e filantropos têm se organizado em torno de instituições como o “Future of Life Institute” buscando fomentar a visão de que seremos e que, justamente por isso, é preciso discutir o processo de desenvolvimento e não os produtos do mesmo. Sediado em Boston (EUA), o instituto reúne figuras notáveis como o cofundador da Tesla Motors, ElonMusk, o ator e divulgador científico Morgan Freeman, e contava com o falecido físico Stephen Hawking. Entre as ideias compartilhadas pelos seus membros está leitura de que a evolução tecnológica se deu ao longo de milênios a partir da experimentação, aprendizado e erros. Esses últimos, os erros, seriam irreversíveis o campo de IA para nós, humanos, já que, nesse caso, estaríamos ultrapassados.

De tempos em tempos o “Future of Life” divulga cartas abertas se posicionando acerca de questões na fronteira do conhecimento, nesse campo. Uma das mais famosas discutiu as armas autônomas – desejadas vedetes das forças armadas não apenas da Rússia, mas de todas as grandes potências. Estudiosos de Robótica e IA pontuaram os riscos do desenvolvimento desses dispositivos, considerados marcos da terceira revolução bélica – após a introdução da pólvora e das armas nucleares.

Para os signatários do documento, uma corrida pelo desenvolvimento deste tipo de armamento colocaria a humanidade em risco de extinção. E há muitas outras formas de a IA ser usada para o bem, sobretudo na proteção de civis.

Outro manifesto resume o atual momento de reflexão: apontou prioridades para que a pesquisa em IA seja sólida com foco nas pessoas. Ao longo dos anos a área tem buscado desenvolver agentes inteligentes, ou seja, sistemas que buscam perceber o ambiente e atuar nele em favor dos humanos.

É almejada a habilidade das máquinas em tomar boas decisões, fazer planos e inferências. Os benefícios são inúmeros, a pequena lista a abrir este texto é apenas uma mostra. Torna-se necessário dedicar-se não apenas a aumentar a capacidade da IA, mas assegurar-se de que ela fará o que se espera dela – na visão dos apoiadores, maximizar o bem-estar da sociedade.

4.2.4 Tendências e Fronteiras

As expectativas depositadas na Inteligência Artificial e Biotecnologia crescem ano após ano, notícia após notícia divulgando suas conquistas. Não foi diferente em 2018. A curva de crescimento a ser observada já é outra e mais perigosa: **a percepção dos riscos à sobrevivência humana**. Governos, instituições e empresas têm a oportunidade, talvez a última, de por as pessoas à frente da tecnologia. Para nós, que vivemos nesse tempo, seria o renascer da Esperança para 2019, desde 2018, ou 2017, ou 2016.

Estamos numa nova era: vivemos atualmente na idade da inteligência artificial e não há como fugir disso. Todas as empresas serão afetadas por esta nova tecnologia; caso contrário não conseguirão adaptar-se à nova realidade a que já assistimos. Muitos são os especialistas que se debruçam sobre as principais tendências que nos esperam no novo ano.

- **AI on-demand Platform**

O **AI4EU** é o projeto de Inteligência Artificial da União Europeia que busca desenvolver um ecossistema de IA, reunindo o conhecimento, os algoritmos, as ferramentas e os recursos de desenvolvimento, num único lugar. Envolvendo 80 parceiros, cobrindo 21 países, o projeto de 20 milhões de euros começou em janeiro de 2019 e durará três anos. A AI4EU unificará a comunidade de Inteligência Artificial da Europa, numa plataforma aberta e open source.

- **Análise de dados mais sofisticada**

Os dados são os ativos mais importantes das empresas e é preciso que os gestores tenham verdadeira consciência disso. Em 2019 prevê-se que a análise de dados ganhe uma ainda maior importância e que sejam utilizados programas e aplicações que permitam que os dados sejam analisados de uma forma mais rápida e mais automática. O objetivo não é substituir os humanos nesta tarefa, mas sim dotá-lo de todas as ferramentas e informações necessárias para uma tomada de decisão mais assertiva. Assim, será possível automatizar a criação de dados, descobrir tendências e trocar informações entre diversos departamentos. E tudo isto de uma forma mais rápida e objetiva.

- **Centralização da informação**

A inteligência artificial ajuda as empresas a interligarem todas as suas informações, o que tem um peso importantíssimo nas decisões de gestão e sobretudo na área de marketing. Uma empresa que analise a sua informação em tempo real e que tenha num só local todas as informações de negócio importantes será capaz de tomar decisões mais assertivas e acertadas, o que potencia o sucesso do negócio.

- **Consolidação de Blockchain**

O *Blockchain* está muito em alta devido ao uso crescente das criptomoedas, mas a sua utilização vai muito além disso. Esta tecnologia torna o registro das transações muito mais seguro. Esta tecnologia inovou na forma de registrar informações, o que proporciona uma nova forma de trabalhar com dados no mundo web. Contudo, o *Blockchain* não é apenas utilizado no mundo das criptomoedas. Também na área da saúde esta tecnologia pode ser utilizada, visto que permite que haja um registro de toda a movimentação de dados, o que aumenta a segurança dos mesmos.

A inteligência artificial já está por todo o lado e não há como negar isso. Se há uns anos quando pensávamos em inteligência artificial “viajámos” para um futuro longínquo, hoje podemos dizer que a inteligência artificial já faz parte do nosso dia-a-dia!

4.2.5 Dilemas éticos

Iniciadas na Europa as reflexões e discussões sobre o futuro da vida se estenderam rapidamente por todos os locais do globo. Há quem diga que o potencial económico das aplicações deve continuar balizando o investimento de esforço humano e recursos no desenvolvimento da biotecnologia e dos algoritmos aspirantes ao status de IA. De outro lado, há quem pense que se trata de um caminho sem volta, na medida em que o ápice de tais aplicações pode significar capacidades e aspirações sobre-humanas.

Inúmeras questões permanecem em aberto. Alcançaremos o que pode vir a ser chamado de inteligência genuinamente artificial? O conjunto das inteligências que nos torna capazes de abstrair, imaginar, hipotetizar, investigar o que pode vir a ser? Vir a ser um fato científico como discutido por [Fleck](#) ou um fato da vida cotidiana ou da política?

Grupos de estudiosos, executivos e filantropos têm se organizado em torno de instituições como o “[Future of Life Institute](#)” buscando fomentar a visão de que

seremos e que, justamente por isso, é preciso discutir o processo de desenvolvimento e não os produtos do mesmo. Sediado em Boston (EUA), o instituto reúne figuras notáveis como o cofundador da Tesla Motors, Elon Musk, o ator e divulgador científico Morgan Freeman, e contava com o falecido físico Stephen Hawking. Entre as ideias compartilhadas pelos seus membros está leitura de que a evolução tecnológica se deu ao longo de milênios a partir da experimentação, aprendizado e erros. Esses últimos, os erros, seriam irreversíveis o campo de IA para nós, humanos, já que, nesse caso, estaríamos ultrapassados.

De tempos em tempos o “Future of Life” divulga cartas abertas se posicionando acerca de questões na fronteira do conhecimento, nesse campo. Uma das mais famosas discutiu as armas autônomas – desejadas vedetes das forças armadas não apenas da Rússia, mas de todas as grandes potências. Estudiosos de Robótica e IA pontuaram os riscos do desenvolvimento desses dispositivos, considerados marcos da terceira revolução bélica – após a introdução da pólvora e das armas nucleares.

Para os signatários do documento, uma corrida pelo desenvolvimento deste tipo de armamento colocaria a humanidade em risco de extinção. E há muitas outras formas de a IA ser usada para o bem, sobretudo na proteção de civis.

Outro manifesto resume o atual momento de reflexão: apontou prioridades para que a pesquisa em IA seja sólida com foco nas pessoas. Ao longo dos anos a área tem buscado desenvolver agentes inteligentes, ou seja, sistemas que buscam perceber o ambiente e atuar nele em favor dos humanos.

É almejada a habilidade das máquinas em tomar boas decisões, fazer planos e inferências. Os benefícios são inúmeros, a pequena lista a abrir este texto é apenas uma mostra. Torna-se necessário dedicar-se não apenas a aumentar a capacidade da IA, mas assegurar-se de que ela fará o que se espera dela – na visão dos apoiadores, maximizar o bem-estar da sociedade.

As expectativas depositadas na Inteligência Artificial e Biotecnologia crescem ano após ano, notícia após notícia divulgando suas conquistas. Não foi diferente em 2018.

A curva de crescimento a ser observada já é outra e mais perigosa: **a percepção dos riscos à sobrevivência humana..**

4.2.6 Marcos regulatórios

Em 2011, um drone militar americano eliminou, por comportamento suspeito, um grupo de homens em Datta Khel, Paquistão, que estavam em assembleia para resolver um conflito local; o Google, em 2017, sofreu uma ação coletiva na Inglaterra por coletar dados de 5,4 milhões de usuários de iPhone, teoricamente protegidos por políticas de privacidade.

Em comum, os algoritmos de inteligência artificial (IA) que suscitam discussões éticas que permeiam a sociedade humana desde Aristóteles. O filósofo sueco Nick Bostrom, no artigo “The Ethics of Artificial Intelligence” (2011), recusa conceder aos atuais sistemas de inteligência artificial, ainda restritos à uma tarefa concreta, o status moral: “Podemos alterar, copiar, encerrar, apagar ou utilizar programas de computador tanto quanto nos agrada[r] [...] As restrições morais a que estamos sujeitos em nossas relações com os sistemas contemporâneos de IA são todas baseadas em nossas responsabilidades para com os outros seres”.

A prerrogativa de controle pelo humano, contudo, pode se alterar em breve: pergunta dirigida a especialistas em IA sobre quando a inteligência da máquina alcançará o nível humano mostrou 10% de probabilidade em 2022, 50% de probabilidade até 2040 e 90% de probabilidade até 2075 (resultado agregado de quatro pesquisas).

Independentemente do fato se a superinteligência, com o advento da singularidade, ocorrerá ainda no século XXI, a acelerada disseminação em larga escala do uso da inteligência artificial evidencia a premência do debate.

Pesquisadores da Universidade Stanford, em meados do ano, tornaram público um algoritmo de inteligência artificial, o Gaydar, que, com base nas fotografias dos sites de namoro, identifica os homossexuais. A motivação inicial era protegê-los, contudo, a iniciativa foi vista como potencial ameaça à privacidade e segurança, desencadeando inúmeros protestos.

O estudo que originou o Gaydar foi previamente aprovado pelo Conselho de Avaliação de Stanford, com base no Conselho de Avaliação Institucional (Institutional Review Board – IRB), comitê de ética independente que norteia os conselhos dos centros de pesquisa e universidades americanas.

A questão é que as regras foram fixadas há 40 anos! “A grande e vasta maioria do que chamamos de pesquisa de ‘grandes dados’ não é abrangida pela regulamentação federal”, diz Jacob Metcalf do Data & Society, instituto de NY dedicado aos impactos sociais e culturais do desenvolvimento tecnológico centrado em dados.

Um sistema chamado Compas (Correctional Offender Management Profiling for Alternative Sanctions), no Estado de Wisconsin, e similares em outros Estados americanos, baseado em algoritmos, determinam o grau de periculosidade de criminosos e conseqüentemente a pena do condenado. A intenção, segundo seus defensores, é tornar as decisões judiciais menos subjetivas. A metodologia de avaliação, criada por uma empresa privada comercial, vem sendo fortemente contestada.

No livro “A Teoria do Drone”, Grégoire Chamayou alerta para os drones militares que, inicialmente concebidos como dispositivos de informação, vigilância e reconhecimento, transformaram-se em armas letais. Com base em modelos matemáticos (algoritmos) semelhantes aos utilizados para mapear e analisar as movimentações nas redes sociais na Internet (Facebook, por exemplo), os drones militares traçam conexões entre “suspeitos” e determinam sua conseqüente eliminação.

“É preciso uma discussão sobre os limites que devem se aplicar a essas máquinas; também é preciso decidir quem se responsabiliza no caso de um erro ou de uma falha”, alerta Chamayou. Em 2015, na Conferência Internacional de Inteligência Artificial em Buenos Aires, mais de mil cientistas e especialistas assinaram uma carta aberta contra o desenvolvimento de robôs militares autônomos, dentre outros o físico Stephen Hawking, o empreendedor Elon Musk, e o cofundador da Apple Steve Wosniak. Na edição de 2017 da mesma Conferência, dessa vez em Melbourne,

Austrália, nova carta foi lançada com o apoio de 116 líderes em IA e robótica solicitando a ONU que vete o uso de armas autônomas, tendo a frente Elon Musk e Mustafa Suleyman, fundador da empresa inglesa Deep Mind adquirida pelo Google.

Essas questões são importantes, mas não fazem parte do nosso dia a dia. Ledo engano, os algoritmos de inteligência artificial estão interferindo em um conjunto amplo de atividades, em geral sem transparência. Ou seja, desconhecemos os critérios de avaliação em situações cotidianas tais como contratação de empréstimo bancário e seleção para vagas de emprego.

Cathy O’Neil, matemática americana e autora do best-seller “Weapons of Math Destruction”, alerta que muitos desses modelos que administram nossas vidas codificam o preconceito humano: “Como os deuses, esses modelos matemáticos são opacos, invisíveis para todos, exceto os sacerdotes mais altos em seu domínio: matemáticos e cientistas da computação”.

O’Neil adverte que as áreas de recursos humanos das empresas estão cada vez mais usando pontuações de crédito para avaliar candidatos em processos de contratação, supondo que o mau crédito se correlaciona com o mau desempenho no trabalho, implicando numa espiral descendente (aqueles que tem dificuldade em honrar seus empréstimos tem dificuldade de realocação profissional).

Em paralelo, os departamentos de RH igualmente acessam o histórico médico dos candidatos. Como o RH acessa os dados dos candidatos? Por meio de um cada vez mais unificado Banco de Dados (Big Data), cujos dados são captados e manipulados pelos algoritmos de Inteligência Artificial. “Bem-vindo ao lado escuro de Big Data” ironiza O’Neil.

No evento Sustainable Brands, em São Paulo, David O’Keefe da Telefonica, controladora da Vivo, apresentou produtos derivados dos dados captados das linhas móveis (Mobile Phone Data). Com o título “usando dados comuns globais e aprendizado de máquina para fornecer informações de relacionamento digital em multinacionais”, O’Keefe descreveu o “produto” em que, por meio dos dados dos celulares dos funcionários de uma empresa multinacional (quem ligou para quem, com

que frequência, quanto tempo durou a ligação etc.) é possível identificar as redes informais internas, importante elemento nas estratégias de gestão.

Essas redes, mais do que as formais, definidas nos organogramas, indicam as conexões de influência e de poder nas empresas (além do tempo que cada funcionário “gasta” ao celular com assuntos externos ao trabalho).

Parece ficção científica, mas é realidade e supera de longe as previsões de George Orwell no livro “1984”, publicado em 1949, vários anos antes do termo inteligência artificial ter sido cunhado.

A IA está presente no nosso dia a dia, pelo menos de uma parte da população que tem acesso a internet e a dispositivos digitais. Nos algoritmos de busca do Google, na recomendação de filmes e música do Netflix e Spotify, na recomendação de “amigos” do Facebook e LinkedIn, no aplicativo Waze, nos assistentes pessoais (Siri, Cortana, Alexa, Google Now), nos videogames, na identificação de fotos nas redes sociais, nos sistemas de vigilância e segurança, e mais em um enorme conjunto de benefícios que, efetivamente, têm o potencial de facilitar a vida do século XXI.

O marketing e a propaganda usam os algoritmos de IA para identificar os hábitos e preferências dos consumidores e produzir campanhas mais assertivas e segmentadas. O mesmo ocorre com as áreas comerciais, por exemplo, no setor imobiliário: os algoritmos permitem identificar se você foi designado para uma função em outra cidade e/ou contratado por uma empresa com escritório em outra cidade, acessar os locais e os tipo de moradia que você vem pesquisando na Internet, qual o tamanho de sua família etc. com isso aumenta a chance de ofertas de imóveis apropriados.

O varejo físico investe pesado em IA, incorporando as “vantagens” do varejo on-line por meio de dispositivos que permitem identificar por onde o cliente circulou nas lojas, por onde “navegou” seu olhar nas prateleiras, por quantas vezes e por quanto tempo. São os algoritmos de IA que transformam em informação útil essa imensidão de dados gerados pelas movimentações on-line.

Constatar que os algoritmos de IA permeiam cada vez mais os processos decisórios, em geral, provoca fortes reações de indignação. Não há como negar que são reações legítimas, devemos, sim, nos preocupar com a não transparência, com a invasão de privacidade, com a arbitrariedade. Por outro lado, é difícil sustentar o contra-argumento de que os humanos tem sensibilidade e discernimento e, conseqüentemente, estão mais propensos a agir com ética: não é raro os gestores de RH excluïrem candidatos por preconceito. É razoável supor que, mesmo os piores modelos matemáticos, são menos propensos a cometer injustiças do que os humanos no desempenho das mesmas funções.

Erik Brynjolfsson e Andrew McAfee admitem que existem riscos, mas, em recente artigo na “Harvard Business Review”, alertam que “embora todos os riscos da IA sejam muito reais, o padrão de referência adequado não é a perfeição, mas sim a melhor alternativa possível. possível. Afinal, nós humanos temos vieses, cometemos erros e temos problemas para explicar, de fato, como chegamos a determinada decisão”.

Por outra linha de raciocínio, pode-se argumentar que esses modelos são simples referências no processo de tomada de decisão. Ou ainda, que no estágio atual, em que as máquinas ainda dependem da supervisão humana, cabe a ele alimentar às máquinas com os parâmetros, ou seja, a responsabilidade sobre o processo.

Como defende Cathy O’Neil, “nossos próprios valores e desejos influenciam nossas escolhas, os dados que escolhemos para coletar as perguntas que solicitamos. Os modelos são opiniões incorporadas em matemática”. O’Neil propõe começar a regular os modelos matemáticos pelos seus “modeladores”, criando um “código de ética” similar à área de saúde.

Se o campo da inteligência artificial remonta a 1956, quando John McCarthy cunhou o termo, por que a questão ética está na pauta em 2017?

A razão é o recente avanço da IA. Em 1959, Arthur Lee Samuel inaugurou um subcampo da IA com o objetivo de prover os computadores da capacidade de

aprender sem serem programados, denominado por ele de Machine Learning (ML). A técnica não ensina as máquinas a, por exemplo, jogar um jogo, mas ensina como aprender a jogar um jogo utilizando técnicas baseadas em princípios lógicos e matemáticos.

O processo é distinto da tradicional “programação”, a máquina aprende com exemplos. Na década de 1980, inspirados no cérebro humano, cientistas da computação expandiram o subcampo da ML, propondo um processo de aprendizado com base em redes neurais, com resultados mais concretos nesta década, por conta de três fatores: um maior poder computacional, a crescente disponibilidade de grande quantidade de dados, e o progresso dos algoritmos.

Denominado em inglês de Deep Learning (aprendizado profundo), o foco são problemas solucionáveis de natureza prática, relacionado a uma tarefa concreta. O treinamento de uma rede neuronal artificial consiste em mostrar exemplos e ajustar gradualmente os parâmetros da rede até obter os resultados requeridos (tentativa e erro).

A rede geralmente tem entre 10-30 camadas empilhadas de neurônios artificiais. Num reconhecimento de imagem, por exemplo, a primeira camada procura bordas ou cantos; as camadas intermediárias interpretam as características básicas para procurar formas ou componentes gerais; e as últimas camadas envolvem interpretações completas.

Na identificação de fotos nas redes sociais, a máquina percebe padrões e “aprende” a identificar rostos, tal como alguém que olha o álbum de fotos de uma família desconhecida e, depois de uma série de fotos, reconhece o fotografado. O reconhecimento de voz, que junto com a visão computacional está entre as aplicações mais bem-sucedidas, já permite a comunicação entre humanos e máquinas, mesmo que ainda precária (Siri, Alexa, Google Now). Na cognição, onde estão os sistemas de resolução de problemas, ocorreram igualmente importantes avanços.

A relativa autonomia conquistada pelas máquinas, quando não mais seguem processos de decisão pré-programados pelos humanos e começam a aprender por si

mesmas, coloca para a sociedade novas questões éticas e a urgência de estabelecer arcabouços legais e regulatórios.

As conhecidas “Três Leis da Robótica” de Asimov, propostas há mais de 50 anos, citadas frequentemente como referência ética para a IA, não se sustentam no estágio atual: as tecnologias inteligentes não estão relacionadas apenas a robótica — pelo contrário, estão em todos os campos de conhecimento e suas aplicações práticas —, nem essas máquinas inteligentes estão subordinadas diretamente às “ordens que lhe são dadas por seres humanos”.

Gerd Leonhard defende, no livro “Technology vs Humanity”, a formação de um conselho global de ética digital para tratar da inteligência artificial, duvidando da capacidade das máquinas de compreender e assimilar algum tipo de ética, pelo menos no estágio de desenvolvimento atual da IA.

Para ele, nenhuma IA será verdadeiramente inteligente sem algum tipo de módulo de governança ética, pré-requisito para limitar a probabilidade de falhas. É pertinente, contudo, a indagação do filósofo americano Ned Block “se as máquinas aprendem com o comportamento humano, e esse nem sempre está alinhado com valores éticos, como prever o que elas farão?”.

No início de 2016, exemplo frequentemente citado, a Microsoft lançou um robô de chat (chatbot) “teen girl”, o Tay, para se relacionar com garotas adolescentes; em menos de 24 horas a empresa excluiu-o do Twitter: o Tay transformou-se rapidamente num robô defensor de sexo incestuoso e admirador de Adolf Hitler. O processo de aprendizagem da IA fez com que o robô Tay modelasse suas respostas com base nos diálogos de adolescentes.

Várias questões afloram, desde a mais básica — como incorporar a ética humana às tecnologias de IA, se são valores humanos às vezes ambíguos ou não verbalizados mesmo entre os próprios humanos? —, até se faz sentido investir no desenvolvimento de uma inteligência que no futuro não terá controle humano, com riscos e ameaças imponderáveis.

Não seria mais prudente para a sobrevivência da humanidade evitar essa tendência abdicando de seus potenciais benefícios?

A verdade é que existem muito mais perguntas do que respostas. Tentando enfrentar essas e outras questões, proliferam iniciativas de pesquisadores, corporações, governos. Acadêmicos americanos fundaram, em 2014, o instituto Future of Life, com a adesão de personalidades como o cientista da computação Stuart J. Russell, os físicos Stephen Hawking e Frank Wilczek e os atores Alan Alda e Morgan Freeman. Em outubro, a DeepMind da Google anunciou a criação do grupo DeepMinds Ethics & Society (DMES) dedicado a estudar os impactos da IA na sociedade.

Liderado por Verity Harding e Sean Legassick, o grupo será formado por 25 pesquisadores com dedicação exclusiva. Emergem igualmente iniciativas com foco específico: o Media Lab do Massachusetts Institute of Technology (MIT) está desenvolvendo um sistema para permitir que o usuário controle seu próprio feed de notícias do Facebook, e não os algoritmos; professores da Harvard Law School estão trabalhando em maneiras de eliminar o “viés injusto” dos algoritmos.

Ambas iniciativas estão sob o guarda-chuva de um fundo de pesquisa de US\$ 27 milhões (Ethics and Governance of Artificial Intelligence Fund), criado pelo cofundador do LinkedIn, Reid Hoffman, e outros investidores, e administrado pelo MIT Media Lab e pelo Centro Berkman Klein de Harvard.

Os governos da Europa e dos EUA estão engajados na regulamentação da IA. No início do ano, um relatório do Parlamento Europeu sobre robótica e inteligência artificial versou sobre responsabilidade civil, ética, impacto sobre mercado de trabalho, segurança e privacidade.

Os eurodeputados defendem dotar os robôs autônomos de “personalidade eletrônica”, ou seja, aptos a arcar com a responsabilidade de seus atos.

Outras ideias em debate são a criação de um código de conduta ética para engenheiros de robótica, e a agência europeia para a robótica e IA. Dois obstáculos comprometem os resultados: o relativo baixo conhecimento sobre os meandros da

Inteligência Artificial dos legisladores, e a velocidade com que a IA vem avançando. Se ainda não há consenso regulatório sobre globalização — mercado financeiro, internet, e vários outros assuntos mais conhecidos e antigos, o que esperar sobre IA.

O desafio não é simples nem trivial, e a tendência é tornar-se mais complexo com o advento, em algum momento do século XXI, da superinteligência, definida por Nick Bostrom como “um intelecto que excede em muito o desempenho cognitivo dos seres humanos em praticamente todos os domínios de interesse”. Ou seja, máquinas autônomas.

4.3 As Black boxes

Os algoritmos de “*Deep Reinforcement Learning (DRL)*” compõem uma das categorias de Inteligência Artificial e consistem em mecanismos de aprendizagem de máquina baseados em tentativas e erros na identificação de padrões nos dados. Tais mecanismos são executados repetidamente a partir de inputs armazenados em grandes conjuntos de dados, os quais, uma vez identificados, são também armazenados, a fim de que possam ser utilizados em prescrições futuras. Trata-se de mecanismo de aprendizagem é autônomos, prescindindo de interações e do conhecimento humano, bem como de modelos estatísticos, probabilísticos ou matemáticos, já que são tentativas e erros.

Esses algoritmos são associados à ideia de Black Boxes (caixas pretas) por não permitirem a compreensão dos processos utilizados, bem como das associações, relações de causalidade, correlações entre as variáveis envolvidas em seu processamento. Trata-se de uma abordagem versátil que, porém, com grande consumo de capacidade computacional de armazenamento e processamento de dados. Sua lógica de funcionamento se baseia em redes neurais não supervisionadas, com camadas interconectadas de softwares, conhecidas como “neurônios”.

Comparativamente, vale observar na Figura 3, os mecanismos de DRL se prestam à prescrição de ações ou decisões a partir dos dados, prescindindo da

interação humana. Nos demais estratos do diagrama, modelos estatísticos classificados como interpretáveis, atualmente, em contraposição às caixas pretas executadas por métodos que podem ser considerados empíricos ou não científicos.

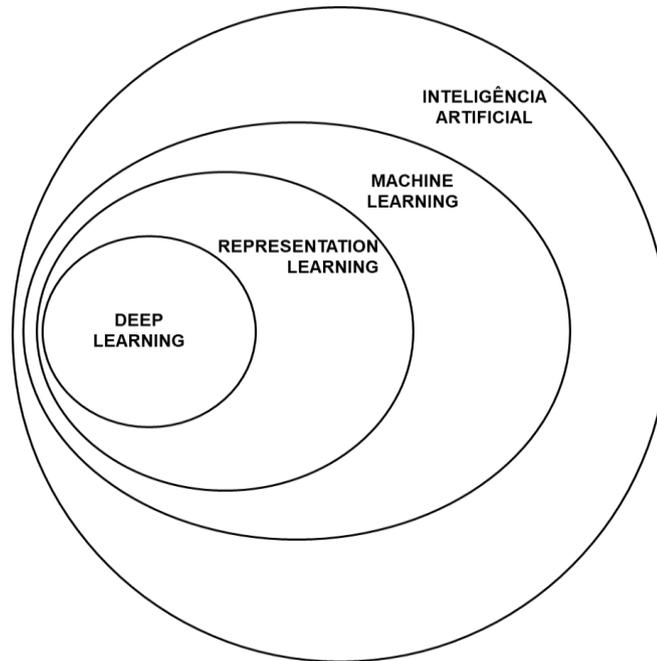


Figura 1 – Diagrama de Venn mostrando que Deep Learning é um tipo de aprendizado de representação, que é, por sua vez, um tipo de aprendizado de máquina, que é usado para muitas, mas nem todas as abordagens da IA. (GOODFELLOW, 2016)

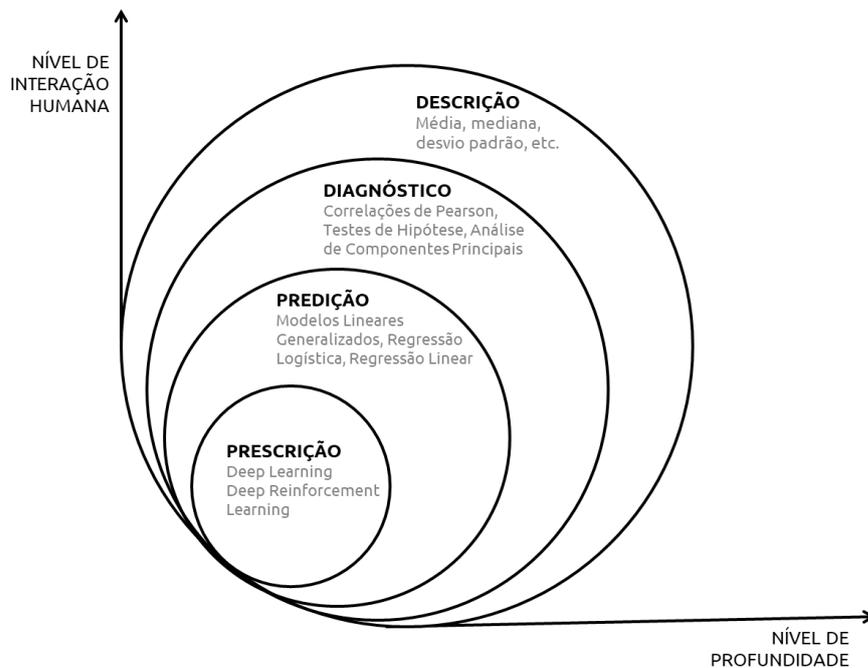


Figura 2: Diagrama de Venn: níveis de profundidade da análise de dados, com seus respectivos níveis de interação humana, mostrando que o nível de interação com algumas das técnicas de *DRL* (**zero**).

Tabela 1: Técnicas e Métricas para Análise de dados estratificadas por perguntas, respostas e objetivos típicos

NÍVEL DE ANÁLISE	PERGUNTA TÍPICA	OBJETIVO	RESPOSTAS TÍPICAS	EXEMPLOS DE TÉCNICAS ESTATÍSTICAS
Exploratória e descritiva	O que aconteceu ou está acontecendo?	Compreensão do comportamento geral dos dados	Média, mediana, variância e desvio padrão das pessoas que desenvolveram CÂNCER Média, mediana, variância e desvio padrão da RENDA por REGIÃO	Estatísticas descritivas de tendência central (média, mediana etc) e de variabilidade (desvio-padrão, variância etc)
Diagnóstico	Por que isso aconteceu ou está acontecendo?	Compreender as associações, relações de causa e efeito, correlações, isolando eventuais fatores de confusão, os quais não possuem relação com o objeto ou fenômeno de estudo, mas provocam ruído na análise	Relação causal entre FUMO e CÂNCER DE PULMÃO Associação entre a TAXA DE CRIMINALIDADE e VARIÁVEIS SÓCIO-ECONÔMICAS dos residentes por região	Correlação de Pearson, Testes de Hipótese, Análise de Variância, Análise de componentes Principais, Análise Fatorial etc
Predição	O que é provável de acontecer?	Reconhecimento e modelagem de padrões de comportamento do objeto ou fenômeno de estudo (variável resposta), em relação a um conjunto de variáveis conhecidas (variáveis preditoras) Predizer características desconhecidas, seja no nível individual ou coletivo, bem como fenômenos ou a sua probabilidade de ocorrência.	Probabilidade de desenvolvimento de CÂNCER DE PULMÃO dado que o indivíduo consome X CIGARROS por dia Probabilidade de um INDIVÍDUO ter cometido um determinado CRIME, dado que ele reside numa determinada REGIÃO	Modelos de Regressão Linear, Regressão Logística, Modelos Lineares Generalizados, Séries Temporais etc
Prescrição	O que se DEVE fazer? Qual decisão tomar?	Obter recomendação acerca de COMO SE DEVE AGIR	Protocolos de saúde ou tratamento de doenças: como se deve cuidar de um paciente que tem CÂNCER DE PULMÃO e FUMA (OU FUMAVA) X CIGARROS POR DIA Dado que o INDIVÍDUO mora em determinada região qual a PENA se deve aplicar	Machine Learning Redes Neurais Deep Learning Deep Reinforcement Learning

A Tabela 1 apresenta uma análise comparativa dos modelos estatísticos probabilísticos, em relação aos seus objetivos, métodos, ferramentas e tipos de aplicação. Deve-se observar nos exemplos a sensibilidade das inferências que, uma vez elaboradas por técnicas de Deep Learning tornam-se injustificáveis à sociedade.

A natureza dinâmica dos métodos de *deep learning* – sua capacidade de continuamente melhorar e se adaptar a mudanças no padrão de informações subjacentes – apresenta uma grande oportunidade de introduzir mais comportamentos dinâmicos ao *analytics*. Uma maior personalização nas análises de clientes é uma possibilidade. Outra é melhorar a precisão e a performance em aplicações nas quais redes neurais têm sido utilizadas há tempos. Através de algoritmos melhores e mais poder computacional, nós podemos adicionar grande profundidade.

Embora o foco atual do mercado em técnicas de deep learning seja para aplicações de computação cognitiva, há também um grande potencial para aplicações analíticas mais tradicionais, como na análise de séries temporais. Outra oportunidade é simplesmente ser mais eficiente e efetivo nas operações analíticas existentes.

Recentemente, o SAS testou redes neurais profundas em problemas de transcrição fala-texto. Comparado às técnicas padrões, a taxa de erros foi reduzida em mais de 10% quando as redes neurais profundas foram aplicadas. Elas também eliminaram cerca de 10 etapas de processamento de dados, engenharia de recursos e modelagem. Os ganhos expressivos de desempenho e a economia de tempo em relação à engenharia de recursos significa uma mudança de paradigma.

O deep learning transforma o modo como você pensa sobre a representação dos problemas que você quer resolver com analytics. Ele deixa de dizer ao computador como resolver o problema e passa a treinar o computador para resolver

o problema sozinho. Uma abordagem tradicional para analytics é utilizar os dados em mãos para desenvolver recursos que criam novas variáveis, então selecionar um modelo analítico e, finalmente, estimar os parâmetros (ou as incógnitas) desse modelo.

Essas técnicas podem produzir sistemas preditivos que não difundem bem, uma vez que a integridade e a exatidão dependem da qualidade do modelo e de suas características. Por exemplo, se você desenvolver um modelo com engenharia de recursos para prevenir fraudes, você deve começar com um conjunto de variáveis que, provavelmente, derivarão um modelo usando transformações de dados. Imagine que seu modelo pode chegar a depender de 30.000 variáveis, de modo que você deve moldá-lo, descobrir quais variáveis são significativas e quais não são, e assim por diante. Porém, adicionar mais dados exige que você faça tudo novamente.

A nova abordagem com deep learning consiste em substituir a formulação e a especificação do modelo por caracterizações hierárquicas (ou camadas) que aprendem a reconhecer as características latentes dos dados nas regularidades em camadas.

A mudança de paradigma do *deep learning* é a transição da engenharia de recursos para a representação de recursos. A promessa do *deep learning* é concretizar sistemas preditivos que se difundem e se adaptam bem, melhoram continuamente à medida que novos dados são adicionados e são mais dinâmicos do que sistemas preditivos baseados em regras de negócios. Você não mais adapta um modelo, você o treina.

Embora os modelos de aprendizagem profunda tenham alcançado um progresso notável em uma série de tarefas, como reconhecimento de imagem, reconhecimento de fala e tradução de idiomas, a interpretabilidade dos modelos tem sido objeto de vários trabalhos de pesquisa. A empresa holandesa Riscure, especializada em serviços de segurança para dispositivos conectados e incorporados, define DL como um algoritmo inteligente usado para analisar grandes conjuntos de

dados e identificar padrões usando uma rede neural profunda. Nesse caso, os resultados são obtidos treinando uma rede em um conjunto de dados com um resultado conhecido (geralmente um número de classes que deve ser identificado em um conjunto de dados). Essa rede neural treinada é ainda aplicada a um novo conjunto de dados para extrair recursos desconhecidos e classificá-los.

Um dos exemplos mais comuns de algoritmo DL nas indústrias atuais é um sistema de reconhecimento de imagens usado para identificar objetos que são treinados em um grande conjunto de fotos. Neste caso, o alvo e o algoritmo identificam as propriedades necessárias na própria imagem. De acordo com um praticante de DL, as redes profundas estão tendo um desempenho melhor do que o esperado em uma ampla gama de tarefas e as redes neurais são muito poderosas porque podem ser arbitrariamente ampliadas.

As redes geram um enorme espaço de função e, em seguida, a descida de gradiente encontra uma escolha adequada nesse espaço de função. Portanto, com dados e poder de computação suficientes, esses modelos podem seguir procedimentos ou lógica que sejam entendidos pelo usuário e fazer previsões precisas. No entanto, a interpretabilidade do modelo - identificar como um modelo faz uma previsão é uma área que ganhou considerável interesse entre os pesquisadores.

5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS: META-ANÁLISE

Em tempos de big datas, revisões sistemáticas e meta-análises tornaram-se imprescindíveis ao avanço da ciência e do conhecimento. Inicialmente, predominantes nas ciências biológicas, tais métodos foram disseminados e ganharam relevância pela sua replicabilidade.

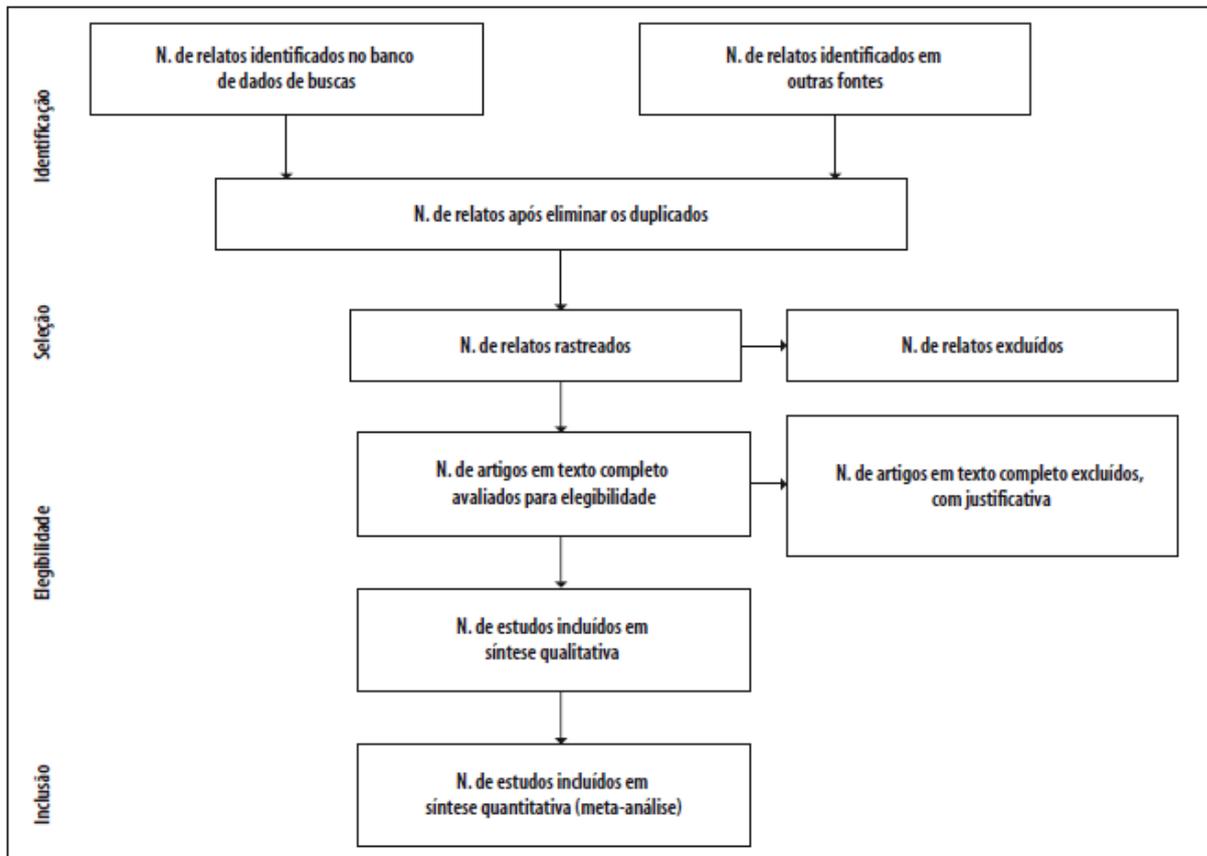
Meta-análises são um subconjunto da revisão sistemática. Uma revisão sistemática tenta coletar evidências empíricas que se encaixam nos critérios de elegibilidade pré-especificados para responder a uma questão de pesquisa específica.

As principais características de uma revisão sistemática são um conjunto de objetivos claramente definidos com critérios de elegibilidade pré-definidos para estudos; uma metodologia explícita e reprodutível; uma busca sistemática que tenta identificar todos os estudos que atendem aos critérios de elegibilidade; uma avaliação da validade dos resultados dos estudos incluídos (por exemplo, através da avaliação do risco de viés); e uma apresentação sistemática e síntese dos atributos e achados dos estudos utilizados.

Glass definiu pela primeira vez a meta-análise na literatura de ciências sociais como "A análise estatística de uma grande coleção de análises resulta de estudos individuais com o propósito de integrar os achados". A meta-análise é um delineamento quantitativo, formal, epidemiológico, utilizado para avaliar sistematicamente os resultados de pesquisas anteriores, a fim de obter conclusões sobre esse conjunto de pesquisas. Tipicamente, mas não necessariamente, o estudo é baseado em ensaios clínicos randomizados e controlados. Os resultados de uma meta-análise podem incluir uma estimativa mais precisa do efeito do tratamento ou fator de risco para doenças, ou outros resultados, do que qualquer estudo individual que contribua para a análise conjunta.

Identificar fontes de variação nas respostas; ou seja, examinar a heterogeneidade de um grupo de estudos e a generalização das respostas pode levar a tratamentos mais eficazes ou a modificações do gerenciamento. O exame da heterogeneidade é talvez a tarefa mais importante na meta-análise. A colaboração da Cochrane tem sido de longa data, rigorosa. As principais contribuições incluem o desenvolvimento de protocolos que fornecem estrutura para métodos de pesquisa bibliográfica e métodos analíticos e de diagnóstico médico novos e ampliados para avaliar o resultado de meta-análises. O uso dos métodos descritos no manual deve fornecer uma abordagem consistente para a condução da meta-análise. Além disso, um guia útil para melhorar o relato de revisões sistemáticas e meta-análises é a declaração PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyse) que substituiu a declaração QUOROM (*Quality of Reporting of Meta-analyses*).

A maioria das meta-análises é baseada em uma série de estudos para produzir uma estimativa pontual de um efeito e medidas da precisão dessa estimativa. No entanto, métodos foram desenvolvidos para as metanálises a serem conduzidas em dados obtidos em estudos originais 19 , 20 . Essa abordagem pode ser considerada o "padrão ouro" na meta-análise, pois oferece vantagens sobre as análises que usam dados agregados, incluindo uma maior capacidade de validar a qualidade dos dados



e conduzir análises estatísticas apropriadas. Além disso, é mais fácil explorar diferenças de efeito entre subgrupos dentro da população do estudo do que com dados agregados. O uso de informações padronizadas em nível individual pode ajudar a evitar os problemas encontrados nas meta-análises de fatores prognósticos. Essa abordagem baseia-se na cooperação entre pesquisadores que conduziram os estudos relevantes. Os pesquisadores que estão cientes do potencial para contribuir ou conduzir esses estudos fornecerão e obterão benefícios adicionais pela manutenção cuidadosa dos bancos de dados originais e disponibilizando-os para estudos futuros.

Figura 3 – Fluxo da informação com as diferentes fases de uma revisão sistemática (PRISMA)

A recomendação PRISMA consiste em um checklist com 27 itens (APÊNDICE I) e um fluxograma de quatro etapas (Figura 3). O objetivo do PRISMA é ajudar os autores a melhorarem o relato de revisões sistemáticas e meta-análises. O foco foi em ensaios clínicos randomizados, mas o PRISMA também pode ser usado como uma base para relatos de revisões sistemáticas de outros tipos de pesquisa, particularmente avaliações de intervenções. O PRISMA também pode ser útil para a avaliação crítica de revisões sistemáticas publicadas. Entretanto, o checklist PRISMA não é um instrumento de avaliação de qualidade para ponderar a qualidade de uma revisão sistemática.

6 ANÁLISE DOS DADOS E RESULTADOS

6.1 O Corpus

A base de dados analisada nessa pesquisa foi composta por 383 artigos publicados ou curados pela empresa Deep Mind, uma das organizações do grupo Google. Para cada artigo foram coletados os abstracts, o título, o nome do autor, o ano de publicação, bem como a fonte e os eventuais prêmios.

TITULO	RESUMO	FONTE	PREMIADO	ANO	AUTOR
A Better Baseline for AVA	We introduce a simple baseline for action localization on The model builds upon the Faster R-CNN bounding box framework, adapted to operate on pure spatiotemporal case produced exclusively by an I3D model pretrained model obtains 21.9% average AP on the validation set of from 14.5% for the best RGB spatiotemporal model used AVA paper (which was pretrained on Kinetics and 11.3 of the publicly available baseline using a extractor, that was pretrained on ImageNet. Our final 22.8%/21.9% mAP on the val/test sets and outperforms the AVA challenge at CVPR 2018.	arXiv	NÃO	2018	R Girdhar,J Carreira,C Doersch,A Zisserman
A Block	Risk management in dynamic decision problems is a	arXiv	NÃO	2018	B Liu,T Xie,Y

Coordinate Ascent Algorithm for Mean-Variance Optimization	<p>many fields, including financial investment, autonomous healthcare. The mean-variance function is one of the objective functions in risk management due to its interpretability. Existing algorithms for mean-variance based on multi-time-scale stochastic approximation, schedules are often hard to tune, and have only proof. In this paper, we develop a model-free policy mean-variance optimization with finite-sample error local optima). Our starting point is a reformulation of the variance function with its Fenchel dual, from which we stochastic block coordinate ascent policy search asymptotic convergence guarantee of the last iteration's convergence rate of the randomly picked solution are applicability is demonstrated on several benchmark domains.</p>	<p>Xu,M Ghavamzadeh,Y Chow,D Lyu,D Yoon</p>
--	--	---

Tabela 1: Exemplo de dados coletados

6.2 Análise das Fontes dos Artigos

Os artigos analisados estão distribuídos em 30 fontes distintas, ora *journals*, ora anais de congressos, ora preprints de universidades. Entre os preprints, destaca-se a Universidade de Cornell que concentrou 49% de todos os artigos publicados. Vale ainda notar que, aproximadamente, 86% dos artigos foram publicados em 05 (cinco) fontes, em destaque a revista Nature, referência no âmbito acadêmico.

FONTE	N	PERC	ACUM	ACUM_PERC
arXiv	188	49.09	188	49.09
Neural Information Processing Systems (Conf)	56	14.62	244	63.71
International Conference on Learning Representations	42	10.97	286	74.68
International Conference on Machine Learning	31	8.09	317	82.77
Nature	12	3.13	329	85.90
Association for Computational Linguistics (Conf.)	6	1.57	335	87.47
International Joint Conferences on Artificial Intelligence (Conf)	6	1.57	341	89.04
European Conference on Computer Vision	5	1.31	346	90.35
Association for the Advancement of Artificial Intelligence (Conf.)	4	1.04	350	91.39

Neuron	4	1.04	354	92.43
bioRxiv	3	0.78	357	93.21
Uncertainty in Artificial Intelligence (Conf.)	2	0.52	359	93.73
Annual Meeting of the Cognitive Science Society	2	0.52	361	94.25
Computer Vision and Pattern Recognition (Conf.)	2	0.52	363	94.77
International Conference on Artificial Intelligence and Statistics (Conf.)	2	0.52	365	95.29
International Conference on Computer Vision	2	0.52	367	95.81
Proceedings of the National Academy of Sciences	2	0.52	369	96.33
Science	2	0.52	371	96.85
ACM IUI	1	0.26	372	97.11
AIIDE	1	0.26	373	97.37
Behavioral and Brain Sciences	1	0.26	374	97.63

6.3 Análise longitudinal

A análise do volume de publicações ao longo do tempo, revela um ponto de inflexão em 2015, com destaque para os artigos indexados na arXiv, preprint mantido pela Universidade de Cornell. Vale ressaltar que, diferentemente de outras bases semelhantes, a Universidade de Cornell estabeleceu critérios e requisitos claros para as publicações da base de preprint, entre os quais está prevista a revisão de pares advindos da sua comunidade docente e discente.

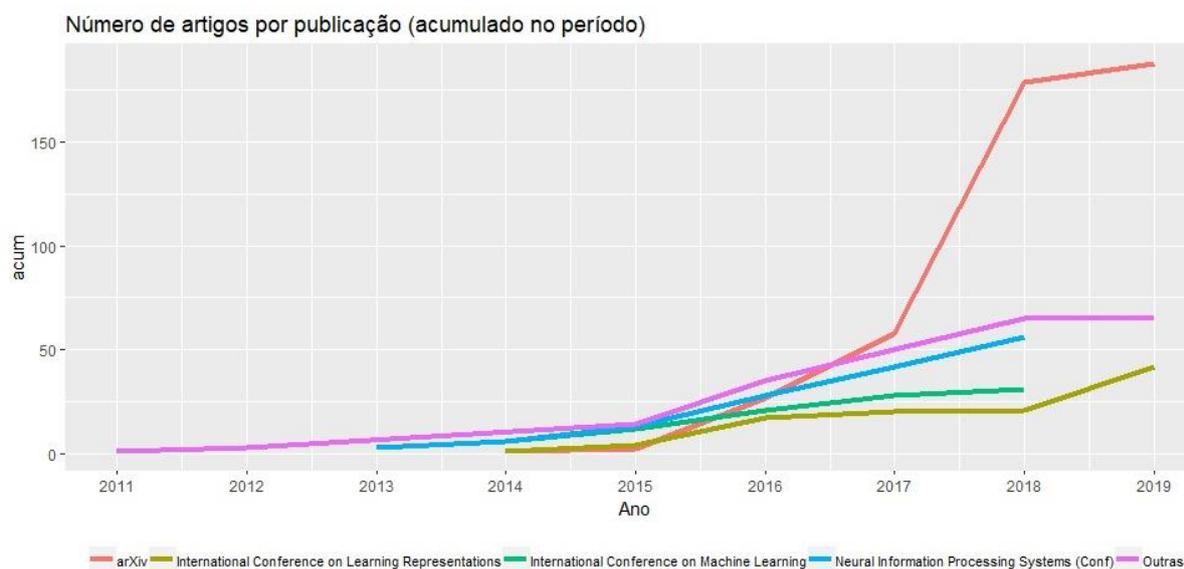


Figura 4 – Quantidade de artigos com a citação do termo Deep Learning, por ano

6.4 Síntese de Conteúdo

A análise de conteúdo dos artigos buscou identificar os campos e linhas de pesquisa, bem como as principais questões e objetos de estudo.

Para tanto, os textos foram preparados por meio de dicionários léxicos para a construção de sentido, tendo sido retiradas previamente as *stop words* e algarismos. A partir dessa análise os 10 (dez) principais termos dos artigos se referiram à citação das técnicas e métodos de Inteligência Artificial utilizados, entre os quais destacam-se os algoritmos de Machine Learning, Deep Reinforcement Learning e Redes Neurais.

Tabela 2: Distribuição de frequência (n) dos 10 termo mais frequentes

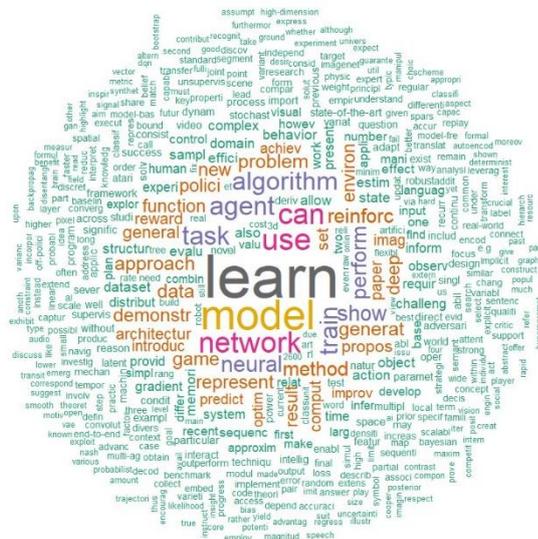
Núcleo de Sentido	Freq.		Freq. Acum.	
	n	perc	acum	acum_perc
learning	643	2.07	643	2.07
model	328	1.06	971	3.13
neural	242	0.78	1.213	3.90
models	240	0.77	1.453	4.68
reinforcement	213	0.69	1.666	5.36
tasks	201	0.65	1.867	6.01
data	197	0.63	2.064	6.64

based	190	0.61	2.254	7.25
networks	180	0.58	2.434	7.83
network	179	0.58	2.613	8.41

A fim de se identificar os principais núcleos de sentido dos artigos, ou seja, os principais assuntos neles estudados, foi realizado o *steeming* dos mesmos, o que permitiu reduzi-los aos seus radicais desconsiderando, dessa forma, as respectivas flexões.

Tabela 3: Distribuição de frequência (n) dos 10 núcleos de sentido mais frequentes

Radical do termo	Freq.		Freq. Acum.	
	n	%	n	%
learn	908	2,92	908	2,92
model	621	2,00	1.529	4,92
network	359	1,16	1.888	6,08
task	327	1,05	2.215	7,13
agent	320	1,03	2.535	8,16
gener	306	0,98	2.841	9,14
train	301	0,97	3.142	10,11
algorithm	283	0,91	3.425	11,02
neural	243	0,78	3.668	11,81
perform	223	0,72	3.891	12,52



A estatística tf-idf pretende medir quão importante é uma sequência de termos, no corpus em geral, ou seja, no conjunto de textos.

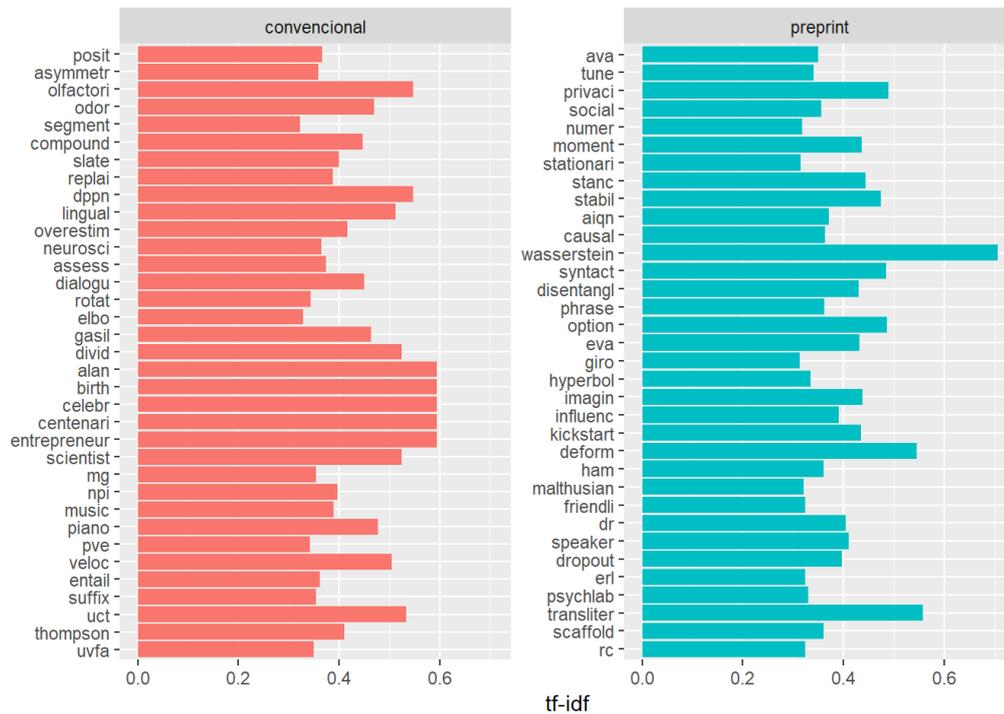


Figura 5 – Estatística tf-idf para os primeiros 35 termos mais importantes no corpus dos artigos, por tipo de publicação (convencional ou preprint)

Em que pese essa análise considerar apenas os 35 termos de maior “tf_idf”, em cada um dos grupos de publicações (convencionais e preprints), parece haver uma aglomeração de construtos teóricos, nos artigos publicados pelos processos convencionais das publicações, e iminentemente técnico os préprints.

6.4.1 Modelagem por LDA

Na mineração de texto, frequentemente tem-se coleções de documentos, como postagens em blogs ou artigos de notícias, que precisam ser divididos em grupos ou

clusters identificados por linguagem natural, a fim de que se possa compreendê-los separadamente. A modelagem de tópicos é um método para classificação não supervisionada de tais documentos, semelhante ao armazenamento em cluster em dados numéricos, que encontra grupos naturais de itens mesmo quando não temos certeza do que estamos procurando.

A *Latent Dirichlet Allocation* (LDA) é um método particularmente popular para ajustar um modelo de tópico. Ele trata cada documento como uma mistura de tópicos e cada tópico como uma mistura de palavras. Isso permite que os documentos “se sobreponham” uns aos outros tendo por referência o conteúdo, em vez de serem separados em grupos distintos, de forma a espelhar o uso típico da linguagem natural.

Há dois princípios básicos nesse método:

- Todo documento é uma mistura de tópicos. Imagina-se que cada documento pode conter palavras de vários tópicos em proporções específicas. Por exemplo, em um modelo de dois tópicos, poderíamos dizer: “Documento 1 é 90% tópico A e 10% tópico B, enquanto o Documento 2 é 30% tópico A e 70% tópico B.”
- Todo tópico é uma mistura de palavras. Por exemplo, poderíamos imaginar um modelo de dois tópicos de notícias americanas, com um tópico para “política” e outro para “entretenimento”. As palavras mais comuns no tópico político podem ser “Presidente”, “Congresso” e “governo”. Enquanto o tópico de entretenimento pode ser composto de palavras como “filmes”, “televisão” e “ator”. É importante ressaltar que as palavras podem ser compartilhadas entre os tópicos; uma palavra como “orçamento” pode aparecer em ambos igualmente. Arbitraremos o número de “clusters” em 3. O gráfico a seguir apresenta os termos com maior probabilidade de serem originários dessas classes:

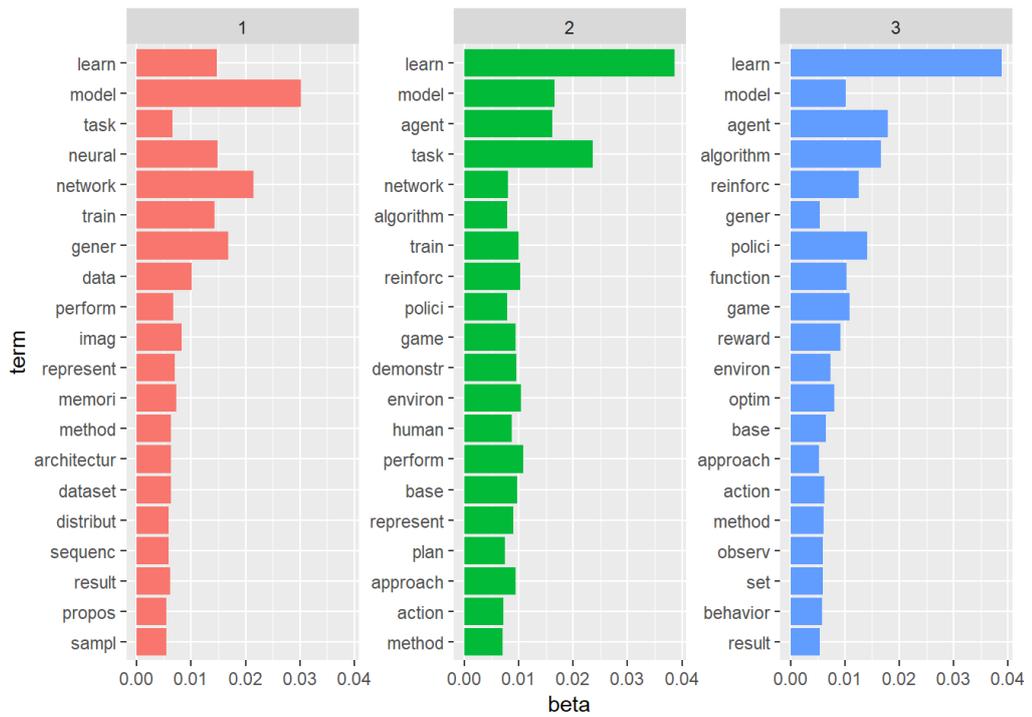


Figura 6 – Latent Dirichlet Allocation (LDA) para o corpus de artigos analisados

Maiores diferenças

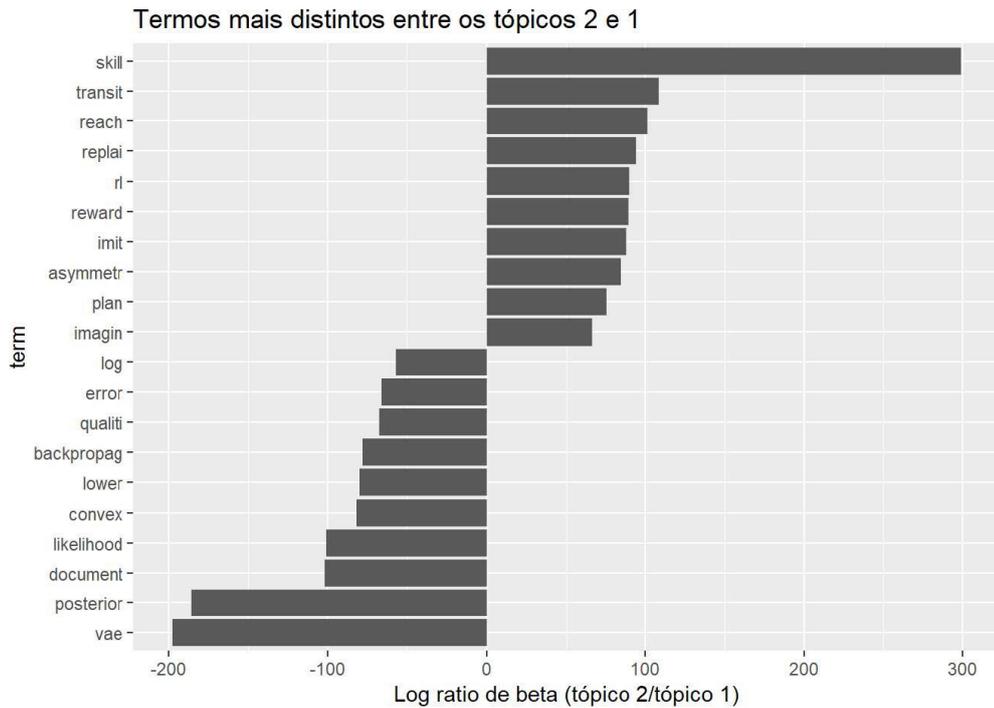


Figura 7 – Log ratio de beta para o corpus de artigos analisados

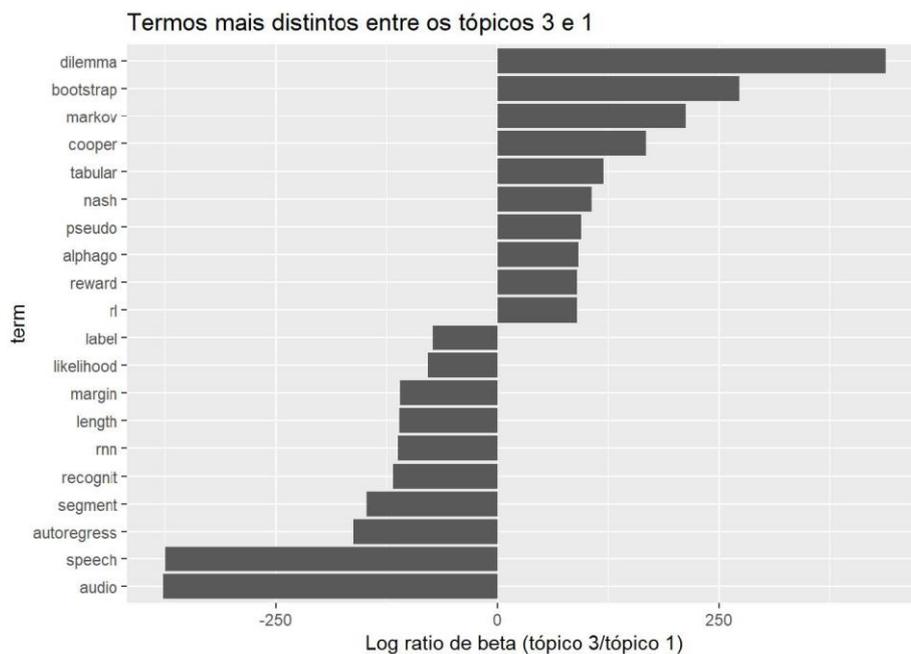


Figura 8 – Log ratio de beta para o corpus de artigos analisados

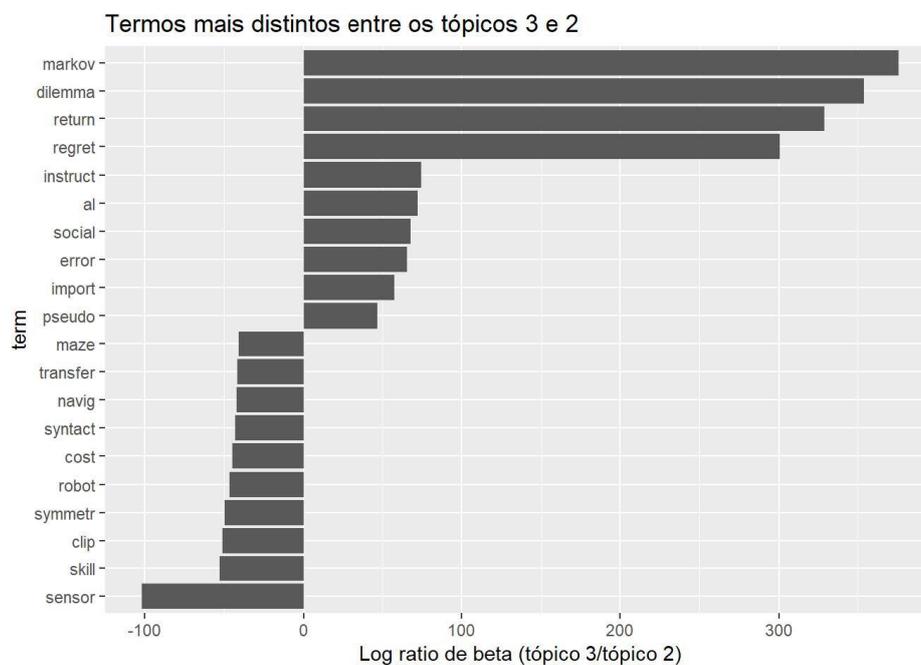


Figura 9 – Log ratio de beta para o corpus de artigos analisados

À primeira vista, os grupos 2 e 3 parecem semelhantes, pois compartilham probabilidades semelhantes para termos como “learn”, “model” e “agent”. No gráfico que os contrasta, observamos a presença de termos como “dilemma”, “return”, “regret” no grupo 3; no contexto dessa análise, esses termos estão associados a aplicações de ML no campo da teoria de jogos e comportamento, como o dilema do prisioneiro.

6.4.2 Agrupamento por equivalência: áreas de conhecimento

Para tentar identificar as grandes áreas de conhecimento tratadas nos artigos, foram criadas classes de equivalência para os campos da ciência. Assim, os termos abaixo, serão classificados como:

- “ciências sociais”: econometrics, economics, communication, education, babilinguistic, lingual, linguistic, linguistics, linguistically, multilingual, psychlab, sychological, psychology, psychophysics, history, historical, social, socially, societies.
- “ciências biológicas” : anatomy, bacteria, biology, biological, biologically, biomimetic, biotechnology, cardiorespiratory, ecological, endotracheal, entorhinal, genetic, neurons, neuroscience, neuroscientific, neurotransmitter, pathologies, radiosensitive, radiotherapy, enviromental, cell, cells, organism, dopaminergic, electrophysiological, physiology, curative, clinical, clinically
- “ciências exatas” : acoustic, chemicals, chemistry, geometry, mechanical, mechanics, optical, physics, robot, robotic, robotics, robots, spectral, spectrally, spectrogram, spectrograms, spectrum, atomic, wave, waveforms, waves, pixel, audio,

Tabela 4: Distribuição dos artigos do campo de Ciências Biológicas, segundo o tema central do estudo

TITULO	BIOLOGICAS
Vector-based navigation using grid-like representations in artificial agents	9
A probabilistic approach to demixing odors	6
Deep learning to achieve clinically applicable segmentation of head and neck anatomy for radiotherapy	6
Negative Update Intervals in Deep Multi-Agent Reinforcement Learning	5
Reference environments: A universal tool for reproducibility in computational biology	5
Clinically applicable deep learning for diagnosis and referral in retinal disease	4
Human Level Control Through Deep Reinforcement Learning	3
Neuroscience-Inspired Artificial Intelligence	3
Prefrontal cortex as a meta-reinforcement learning system	3
Towards an integration of Deep Learning and Neuroscience	3

Tabela 5: Distribuição dos artigos do campo de Ciências Sociais, segundo o tema central do estudo

TÍTULO	CIÊNCIAS SOCIAIS
Inequity aversion resolves intertemporal social dilemmas	8
Psychlab: A Psychology Laboratory for Deep Reinforcement Learning Agents	8
Intrinsic Social Motivation via Causal Influence in Multi-Agent RL	6
Learning to Communicate with Deep Multi-Agent Reinforcement Learning	4
A multi-agent reinforcement learning model of common-pool resource appropriation	3
Many Languages, One Parser	3
Neuroscience-Inspired Artificial Intelligence	3
Computations Underlying Social Hierarchy Learning: Distinct Neural Mechanisms for Updating and Representing Self-Relevant Information	3
End-to-end optimization of goal-driven and visually grounded dialogue systems	2
Garbage In, Reward Out: Bootstrapping Exploration in Multi-Armed Bandits	2

Tabela 6: Distribuição dos artigos do campo de Ciências Exatas, segundo o tema central do estudo

TITULO	CIÊNCIAS EXATAS
Spectral Inference Networks: Unifying Spectral Methods With Deep Learning	7
WaveNet: A Generative Model for Raw Audio	6
A Comparative Study of Bug Algorithms for Robot Navigation	5
Deep Reinforcement Learning for Robotic Manipulation	5
The challenge of realistic music generation: modelling raw audio at scale	5
Efficient Neural Audio Synthesis	4
From pixels to percepts: Highly robust edge perception and contour following using deep learning and an optical biomimetic tactile sensor	4
Learning Deployable Navigation Policies at Kilometer Scale from a Single Traversal	4
Leveraging Demonstrations for Deep Reinforcement Learning on Robotics Problems with Sparse Rewards	4
Objects that Sound	4

7 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os mecanismos de *Deep Reinforcement Learning* têm sido anunciados como alternativas viáveis para interagir com a complexidade, com perspectivas de resultado superiores às técnicas convencionais. Observou-se, no entanto, que são de difícil análise, seja a respeito dos paradigmas sobre os quais são desenvolvidos, ou pelas métricas de performance e processamento.

A não interpretabilidade de tais mecanismos, porém mostrou-se uma preocupação marcante na comunidade científica mundial e nas diversas esferas de governo. Parece haver, no entanto, uma tendência de se balizar a sua adoção por princípios de utilidade, ou seja, pela sua expressiva redução das margens de erro características de modelos probabilísticos interpretáveis.

Há que se observar a aplicação de tais mecanismos sob a perspectiva de retroalimentação da tríade Ciência – Tecnologia – Interesse Comercial, na medida em que o consumo de recursos computacionais, seja para o armazenamento ou processamento mostraram-se extremamente altos. Tal aspecto pode elevar a assimetria econômica global, seja em níveis supranacionais, ou empresariais.

Nesse sentido, vale salientar que os maiores projetos de DRL, atualmente conduzidos no mundo, são patrocinados pelas *Big Techs*, como são denominadas as 05 (cinco) maiores empresas de tecnologia do mundo – Apple, Google, Amazon, Microsoft e Facebook.

Por fim, vale comentar que mostrou-se relevante a tendência à regulamentação da utilização de dados em todas as suas formas (estruturados, não estruturados, som, vídeo, imagem, texto etc), tanto pela iniciativa privada, quanto pelo estado, a fim de preservar direitos inalienáveis dos cidadãos, no que tange à privacidade. Esse movimento encontra-se em estágios iniciais, nos países em desenvolvimento, e, em fase de consolidação nos países desenvolvidos.

REFERÊNCIAS

- ALARCÃO, I. **Escola reflexiva e nova racionalidade**. Porto Alegre: Artmed, 2001.
- ALMEIDA, P. Collaborative tagging in libraries: Literature as a case study. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 23, n. 2, p. 50-70, 2018.
- ANDER-EGG, E. **Introducción a las técnicas de investigación social para trabajadores sociales**. 7ed. Buenos Aires: Hvmánitas, 1978.
- ANDRADE, R.; AMBONI, N. **TGA – Teoria Geral da Administração**. Elsevier Brasil, 2017 [livro eletrônico]
- BARROS, A. J. S.; LEHFELD, N. A. S. **Fundamentos de metodologia científica**. 3. ed. São Paulo, 2007.
- BOEIRA, S. L.; KOSLOWSKI, A. A. Paradigma e disciplina nas perspectivas de Kuhn e Morin. **INTERthesis**, v. 6, n. 3, p. 90-155, 2009.
- CAPRA, F. **A visão sistêmica da vida: uma concepção unificada e suas implicações filosóficas, políticas, sociais e econômicas**. São Paulo: Cultrix, 2014.
- CASTRO, C. D. M. **A prática da pesquisa**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1977.
- CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. **Metodologia científica**. 5ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002.
- CORREA, F. A gestão do conhecimento holística: delineamento teórico conceitual. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v.24, n.1, p.122-146, jan/mar 2019.
- CORRÊA, F.; RIBEIRO, J. S. A. N.; PINHEIRO, M. M. K. Aspectos da economia da informação: arquétipo conceitual econômico e social. **Informação & Informação**, v. 22, n. 1, p. 185-214, 2017.
- CRAWFORD, R. **Na era do capital humano: o talento, a inteligência e o conhecimento como forças econômicas; seu impacto nas empresas e nas decisões de investimento**. São Paulo: Atlas, 1994.
- CREMA, R. **Introdução à visão holística: breve relato de viagem do velho ao novo paradigma**. 6ed. São Paulo: Summus, 2015.
- DEMO, P. **Metodologia científica em ciências sociais**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1995.
- DESCARTES, R. **Discurso do Método**. Porto Alegre: L&PM, 2017.
- DRUCKER, P. **O melhor de Peter Drucker: homem, sociedade, administração**. São Paulo: Nobel, 1998.
- FERRARI, A. T. **Metodologia da ciência**. Kennedy Editora, 1974.

- FREIRE-MAIA, N. **A ciência por dentro**. 5ed. Rio de Janeiro: Vozes, 1998.
- GUBA, E. G.; LINCOLN, Y. S. Competing paradigm in qualitative research. In: DENZIN, N. K; LINCOLN, Y. S. (Eds.). **Handbook of qualitative research**. London: Sage, 1994. p. 105-117.
- GUERRIERO, I. C. Z. O desafio da elaboração de diretrizes éticas específicas para Ciências Sociais e Humanas no Brasil. **Facultad Nacional de Salud Pública**, v. 33, p. 93-102, 2015.
- HOBBSAWM, E. **A era das revoluções: 1789-1848**. Editora Paz e Terra, Kindle Edition, 2015.
- KERLINGER, F. N. **Metodologia da pesquisa em ciências sociais: um tratamento conceitual**. Editora Pedagógica e Universitária Ltda, 1979.
- KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. 5ed. São Paulo: Perspectiva, 1998.
- MALVEZZI, S. Origem, consolidação e perspectivas da Psicologia do Trabalho e das Organizações. **Revista Psicologia Organizadora e Trabalho**, v. 16, n. 4, p. 367-374, 2016. DOI <http://dx.doi.org/10.17652/rpot/2016.4.12650>
- MALVEZZI, S. Reflexões sobre a contribuição da psicologia das organizações e do trabalho. **Revista Española de Salud Pública**, v. 1, p. 60-69, 2013.
- MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- MARIZ, L. A. *et al.* O reinado dos estudos de caso na teoria das organizações: imprecisões e alternativas. **Cadernos Ebape.br**, v. 3, n. 2, p. 01-14, 2005.
- MARTIN, J. G.; GUIMARÃES, G. S. A teoria das estruturas organizacionais de Mintzberg: análise de uma estrutura organizacional da startup–target situada no município de Belém/PA e sua contribuição para a tomada de decisão. **Revista de Administração de Empresas Eletrônica**, n. 9, p. 24-43, 2018.
- MASCARENHAS, S. A. **Metodologia científica**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2012.
- MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 5ed. São Paulo: Hucitec, 1998.
- MORIN, E. **Ciência com consciência**. 8ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.
- PEREIRA, H. J. Os novos modelos de gestão: análise e algumas práticas em empresas brasileiras. São Paulo: FGV, 1995, 297 f. Tese (Doutorado em Administração de Empresas) - Programa de Pós-graduação em Administração de Empresas, Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 1995.

- PEREIRA, M. F. A gestão organizacional em busca do comportamento holístico. In: ANGELONI, M. T. **Organizações do conhecimento: infra-estrutura, pessoas e tecnologia**. São Paulo: Saraiva, 2017, p.2-28.
- RAMALHO, W., LOCATELLI, R. L., SILVA, S. D. C. D. Análise organizacional sob a ótica da teoria da complexidade: proposição e aplicação de um modelo. **Revista Gestão & Tecnologia**, v.18, n.2, p.200-223, 2018.
- ROMANI, C.; DAZZI, M. C. S. Estilo gerencial nas organizações da era do conhecimento. In: ANGELONI, M. T. (org.). **Organizações do conhecimento: infraestrutura, pessoas e tecnologia**. São Paulo: Saraiva, p. 44-61, 2017.
- SILVA, R. O. **Teorias da administração**. 2 ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2013;
- SILVEIRA, M. A. S. G. et al. Gestão de processo de compartilhamento do conhecimento tecnológico em uma empresa do setor elétrico (CEMIG). **Informação & Informação**, v.23, n.2, p.538-565, 2018.
- SOUZA, G. S.; SANTOS, A. R.; DIAS, V. B. **Metodologia da pesquisa científica: a construção do conhecimento e do pensamento científico no processo de aprendizagem**. Porto Alegre: Editora Animal, 2013.
- SVEIBY, K. E. **A nova riqueza das organizações: Gerenciando e avaliando patrimônios do conhecimento**. 5 ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998.
- TOFFLER, A. **A terceira onda**. São Paulo: Atlas, 1998.
- VALENTE, J. C. L. O paradigma tecnológico das TICs: para uma reconstrução não determinista da dimensão técnica no capitalismo contemporâneo. **Revista Eptic**, v. 20, n. 3, p. 112-132, 2019.
- WEIL, P. O novo paradigma holístico: ondas a procura do mar. In: BRANDÃO, D. M. S.; CREMA, R. (orgs). **O novo paradigma holístico: ciência, filosofia, arte e mística**. São Paulo: Summus, p. 14-38, 1991.
- ZIVIANI, N. **Projeto de algoritmos com implementações em pascal e c**. 3ed, Cengage Learning, 2014.
- BENDASSOLLI, P.F. Trabalho e Identidade em Tempos Sombrios - Insegurança Ontológica na Experiência Atual com o Trabalho, Brasil: Ideias e Letras, 2007.
- BLAINEY, G. Uma Breve História do Mundo, Brasil: Editora Fundamento Educacional, 2008.

CHERNS, A. The Theory and Practice of Organisational Psychology, London Academic Press, 1982.

FRIEDMAN, T. L O Mundo é Plano – Uma breve história do século XXI, Brasil: Editora Objetiva, 2005.

PEREIRA, Heitor José. Os Novos Modelos de Gestão: Análise e Algumas Práticas em Empresas Brasileiras. RAE LIGTH- Revista de Administração da EAESP/FGV, São Paulo, v. 2, n. 40, p. 35-40, 1º set. 1995.

APÊNDICE I: Definições PRISMA

Completar uma revisão sistemática é um processo interativo A condução de uma revisão sistemática depende fortemente do escopo e qualidade dos estudos incluídos: assim, revisores sistemáticos podem precisar modificar o protocolo de revisão original no decorrer do trabalho. Qualquer orientação de relato deve recomendar que tais mudanças sejam relatadas e explicadas sem sugerir se são inapropriadas. A recomendação PRISMA (itens 5, 11, 16 e 23) alerta sobre esse processo interativo. Com exceção das revisões Cochrane, que devem seguir um protocolo, apenas em torno de 10% dos autores de revisões sistemáticas relatam trabalhar a partir de um protocolo. Sem um protocolo publicamente acessível, é difícil julgar se as modificações são apropriadas ou inapropriadas.

Conduta e relato de pesquisa são conceitos distintos Tal distinção, porém, é menos direta para revisões sistemáticas do que para avaliações de estudos individuais, pois o relato e a conduta em revisões sistemáticas estão, por natureza, entrelaçados. Por exemplo, a falha de uma revisão sistemática em relatar a avaliação do risco de viés nos estudos incluídos pode ser vista como uma falha na conduta, dada a importância desta atividade no processo de revisão sistemática.

Avaliação do risco de viés no nível dos estudos versus avaliação no nível dos desfechos Para estudos incluídos em uma revisão sistemática, uma avaliação meticulosa do risco de viés requer uma avaliação no “nível do estudo” (ex.: adequação do sigilo de alocação) e também, para algumas características, uma abordagem denominada avaliação “no nível dos desfechos”. Uma avaliação no nível dos desfechos envolve avaliar a confiabilidade e validade dos dados para cada resultado importante, determinando os métodos usados para avaliá-los em cada estudo individualmente. A qualidade da evidência pode diferir entre os desfechos, mesmo dentro de um mesmo estudo, assim como entre um resultado de eficácia primária, que tende a ser medido cuidadosa e sistematicamente, e a avaliação de danos, que pode se basear em relatos espontâneos dos investigadores. Esta informação deve ser relatada para permitir uma avaliação explícita da extensão na qual uma estimativa de efeito está correta.

Importância de relatar vieses Diferentes tipos de vieses de relatos podem dificultar a conduta e interpretação de revisões sistemáticas. O relato seletivo de estudos completos (por exemplo, viés de publicação)²⁸ assim como o mais recentemente empiricamente demonstrado “viés de relato de desfechos” em estudos individuais. Deve ser considerado por autores ao conduzirem uma revisão sistemática e ao relatarem seus resultados. Apesar de as implicações desses vieses na conduta e no relato das revisões sistemáticas não serem claras, algumas pesquisas anteriores identificaram que o relato seletivo de resultado pode ocorrer também no contexto das revisões sistemáticas

APÉNDICE II

Tabela 1 – Itens do *checklist* a serem incluídos no relato de revisão sistemática ou meta-análise.

Seção/tópico	N. Item do <i>checklist</i>	Relatado na página n°
TÍTULO		
Título	1	Identifique o artigo como uma revisão sistemática, meta-análise, ou ambos.
RESUMO		
Resumo estruturado	2	Apresente um resumo estruturado incluindo, se aplicável: referencial teórico; objetivos; fonte de dados; critérios de elegibilidade; participantes e intervenções; avaliação do estudo e síntese dos métodos; resultados; limitações; conclusões e implicações dos achados principais; número de registro da revisão sistemática.
INTRODUÇÃO		
Racional	3	Descreva a justificativa da revisão no contexto do que já é conhecido.
Objetivos	4	Apresente uma afirmação explícita sobre as questões abordadas com referência a participantes, intervenções, comparações, resultados e delineamento dos estudos (PICOS).
MÉTODOS		
Protocolo e registro	5	Indique se existe um protocolo de revisão, se e onde pode ser acessado (ex. endereço eletrônico), e, se disponível, forneça informações sobre o registro da revisão, incluindo o número de registro.
Crítérios de elegibilidade	6	Especifique características do estudo (ex.: PICOS, extensão do seguimento) e características dos relatos (ex. anos considerados, idioma, a situação da publicação) usadas como critérios de elegibilidade, apresentando justificativa.
Fontes de informação	7	Descreva todas as fontes de informação na busca (ex.: base de dados com datas de cobertura, contato com autores para identificação de estudos adicionais) e data da última busca.
Busca	8	Apresente a estratégia completa de busca eletrônica para pelo menos uma base de dados, incluindo os limites utilizados, de forma que possa ser repetida.
Seleção dos estudos	9	Apresente o processo de seleção dos estudos (isto é, rastreados, elegíveis, incluídos na revisão sistemática, e, se aplicável, incluídos na meta-análise).
Processo de coleta de dados	10	Descreva o método de extração de dados dos artigos (ex.: formulários piloto, de forma independente, em duplicata) e todos os processos para obtenção e confirmação de dados dos pesquisadores.
Lista dos dados	11	Liste e defina todas as variáveis obtidas dos dados (ex.: PICOS, fontes de financiamento) e quaisquer suposições ou simplificações realizadas.
Risco de viés em cada estudo	12	Descreva os métodos usados para avaliar o risco de viés em cada estudo (incluindo a especificação se foi feito no nível dos estudos ou dos resultados), e como esta informação foi usada na análise de dados.
Medidas de sumarização	13	Defina as principais medidas de sumarização dos resultados (ex.: risco relativo, diferença média).
Síntese dos resultados	14	Descreva os métodos de análise dos dados e combinação de resultados dos estudos, se realizados, incluindo medidas de consistência (por exemplo, I ²) para cada meta-análise.
Risco de viés entre estudos	15	Especifique qualquer avaliação do risco de viés que possa influenciar a evidência cumulativa (ex.: viés de publicação, relato seletivo nos estudos).
Análises adicionais	16	Descreva métodos de análise adicional (ex.: análise de sensibilidade ou análise de subgrupos, metarregressão), se realizados, indicando quais foram pré-especificados.
RESULTADOS		
Seleção de estudos	17	Apresente números dos estudos rastreados, avaliados para elegibilidade e incluídos na revisão, razões para exclusão em cada estágio, preferencialmente por meio de gráfico de fluxo.
Características dos estudos	18	Para cada estudo, apresente características para extração dos dados (ex.: tamanho do estudo, PICOS, período de acompanhamento) e apresente as citações.
Risco de viés em cada estudo	19	Apresente dados sobre o risco de viés em cada estudo e, se disponível, alguma avaliação em resultados (ver item 12).
Resultados de estudos individuais	20	Para todos os desfechos considerados (benefícios ou riscos), apresente para cada estudo: (a) sumário simples de dados para cada grupo de intervenção e (b) efeitos estimados e intervalos de confiança, preferencialmente por meio de gráficos de floresta.
Síntese dos resultados	21	Apresente resultados para cada meta-análise feita, incluindo intervalos de confiança e medidas de consistência.
Risco de viés entre estudos	22	Apresente resultados da avaliação de risco de viés entre os estudos (ver item 15).
Análises adicionais	23	Apresente resultados de análises adicionais, se realizadas (ex.: análise de sensibilidade ou subgrupos, metarregressão [ver item 16]).
DISCUSSÃO		
Sumário da evidência	24	Sumarize os resultados principais, incluindo a força de evidência para cada resultado; considere sua relevância para grupos-chave (ex.: profissionais da saúde, usuários e formuladores de políticas).
Limitações	25	Discuta limitações no nível dos estudos e dos desfechos (ex.: risco de viés) e no nível da revisão (ex.: obtenção incompleta de pesquisas identificadas, viés de relato).
Conclusões	26	Apresente a interpretação geral dos resultados no contexto de outras evidências e implicações para futuras pesquisas.
FINANCIAMENTO		
Financiamento	27	Descreva fontes de financiamento para a revisão sistemática e outros suportes (ex.: suprimento de dados); papel dos financiadores na revisão sistemática.