

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO**

**Priscila Gonsales**

**Inteligência artificial, educação e pensamento complexo:  
caminhos para religação de saberes**

**MESTRADO EM TECNOLOGIAS DA INTELIGÊNCIA E DESIGN DIGITAL**

**São Paulo  
2022**

**Pontifícia Universidade Católica de São Paulo**

**Priscila Gonsales**

**Inteligência artificial, educação e pensamento complexo:  
caminhos para religação de saberes**

Dissertação apresentada à Banca Examinadora da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, como exigência parcial para obtenção do título de MESTRE em Tecnologias da Inteligência e Design Digital, na linha de pesquisa Inteligência Artificial e Gestão, sob a orientação da Profa. Dra. Dora Kaufman

**São Paulo  
2022**

Sistemas de Bibliotecas da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo -  
Ficha Catalográfica com dados fornecidos pela autora

Gonsales, Priscila Inteligência Artificial,  
educação e pensamento complexo: caminhos para  
religação de saberes / Priscila Gonsales. --  
São Paulo: [s.n.], 2022.  
131p. ; cm.

Orientador: Dora Kaufman.  
Dissertação (Mestrado)-- Pontifícia Universidade  
Católica de São Paulo, Programa de Estudos Pós-  
Graduados em Tecnologias da Inteligência e Design  
Digital.

1. inteligência artificial. 2. educação. 3.  
pensamento complexo . 4. transdisciplinaridade . I.  
Kaufman, Dora. II. Pontifícia Universidade Católica  
de São Paulo, Programa de Estudos Pós-Graduados em  
Tecnologias da Inteligência e Design Digital. III.  
Título.

CDD

**Banca examinadora**

---

Profª Drª Dora Kaufman (presidente)  
PUC-SP

---

Profª Drª Izabel Petraglia (membro externo)  
Universidade Metodista de São Paulo

---

Profª Drª Ana Maria Di Grado Hessel (membro interno)  
PUC-SP

*O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES)*

## AGRADECIMENTOS

Um chamado, uma aventura, um mergulho em novas descobertas e saberes. O ingresso no mestrado da PUC-SP foi um atalho importante nesse meu caminhar de mais de 25 anos sendo jornalista-educadora-pesquisadora.

À querida orientadora Dora Kaufman, por sua impecável orientação e abertura ao diálogo dentro e além de sua área de pesquisa, postura fundamental para meu percurso “reliador” de saberes.

À professora Ana Di Grado Hessel e sua gentileza ímpar, por quem iniciei meus contatos com o TIDD, em busca de suporte acadêmico para aprofundamentos em complexidade e educação.

À inspiradora Izabel Petraglia, que me ajudou a me descobrir como profissional transdisciplinar e pelas valiosas contribuições na qualificação.

À Maria Cândida Moraes, pelo incentivo no desbravar da vida acadêmica, pelos livros tão fundamentais para minha pesquisa e conversas maravilhosas, altamente inspiradoras.

Ao meu parceiro de vida, Ricardo Ferrer, pela paciência, admiração, bom humor e apoio incondicional de sempre.

Ao Tel Amiel, amigo e companheiro fiel de caminhada pela educação aberta, pesquisador de intensa generosidade intelectual, pelas trocas, conselhos e aprendizados.

Às companheiras de entusiasmo na jornada, Ana Luiza Feres e Débora Sebriam.

A meus filhos, Júlia e Pedro, a meus pais e irmãs pelo carinho e torcida.

Aos amigos de trajetória pessoal e profissional que acompanham e confiam.

GONSALES, Priscila. **Inteligência artificial, educação e pensamento complexo: caminhos para religação de saberes.** 2022. 131 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias da Inteligência e Design Digital) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2022.

## RESUMO

Os avanços das aplicações de inteligência artificial (IA) baseada no tratamento de dados (*Big Data*) vêm trazendo um novo contexto para a cultura digital ou cibercultura. Cada vez mais presente em nosso cotidiano, a IA é uma tecnologia que faz uso de modelos estatísticos de probabilidade que funcionam a partir de correlações e identificação de padrões em dados. Em educação, a IA tem sido frequentemente apontada como fonte para melhoria do ensino a partir de uma visão meramente utilitarista e ferramental, ou seja, unicamente para a personalização da transmissão de conteúdos e acompanhamento/avaliação da apreensão de tais conteúdos. No entanto, a IA traz em si um caráter multidimensional, permeado por benefícios e riscos, além de impactos sociais, econômicos, jurídicos e ambientais que são praticamente desconhecidos por educadores e gestores. Esta pesquisa ressalta a necessidade de uma visão transdisciplinar para a IA na educação, como um campo de conhecimento e suas diversas implicações, tendo como base o pensamento complexo, de Edgar Morin. Um *framework* lançado em 2020 por um grupo de pesquisadores da Comissão Europeia (BIDARRA et al., 2020) organiza em três aspectos a interface entre a IA e a educação, evidenciando a necessidade de ir além do uso no ensino de conteúdos: 1) aprendizagem com IA (estudo das aplicações de IA voltadas ao ensino); 2) aprendizagem sobre a IA (compreender o funcionamento da IA visando a educação profissional para desenvolvedores de IA); 3) aprendizagem para a IA (compreender os impactos da IA na sociedade, questões éticas como *fake news*, privacidade e segurança). Por meio da análise de documentos, publicações e estudos recentes (2018-2021), a pesquisa aborda a urgência de políticas institucionais de gestão, formação docente e governança educacional que promovam a reforma do pensamento para a religação dos saberes (MORIN, 2011b), considerando princípios da complexidade, tais como a dialogia, a circularidade e a “ecologia da ação”, no intuito de promover uma visão ecossistêmica do contexto atual da tecnologia e, consequentemente, de um mundo em constante transformação.

**Palavras-chaves:** educação, complexidade, inteligência artificial, big data, transdisciplinaridade

GONSALES, Priscila. **Artificial intelligence, education, and complex thinking: paths for reconnection of knowledge.** 2022. 131 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias da Inteligência e Design Digital) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2022.

## ABSTRACT

The advances in artificial intelligence (AI) applications based on data processing (Big Data) have brought a new context to digital culture or cyberculture. Increasingly present in our daily lives, AI is a technology that makes use of statistical probability models that work from correlations and identification of patterns in data. In education, AI has often been pointed out as a source for improving teaching from a merely utilitarian and tool viewpoint, that is, solely for the customization of the content transmission and monitoring/evaluation of apprehension of such content. However, AI has a multidimensional character, involving benefits and risks, as well as social, economic, legal, and environmental impacts that are practically unknown by educators and managers. This research highlights the need for a transdisciplinary vision for AI in education, as a field of knowledge and its various implications, based on Edgar Morin's complex thinking. A framework launched in 2020 by a group of researchers from the European Commission (BIDARRA et al., 2020) organizes in three aspects the interface between AI and education, highlighting the need to go beyond the use in content teaching: 1) learning with AI (study of AI applications aimed at teaching); 2) learning about AI (understanding the functioning of AI aimed at professional education for AI developers); 3) learning for AI (understanding the impacts of AI on society, ethical issues such as fake news, privacy, and security). Through the analysis of documents, publications and recent studies (2018-2021), the research addresses the urgency of institutional management policies, teacher training and educational governance that promote the reform of thinking for the reconnection of knowledge (MORIN, 2011b), considering principles of complexity such as dialogic, circularity, the "ecology of action" in order to promote an ecosystemic view of the current context of technology and, consequently, of a world in constant transformation.

**Key words:** education, complexity, artificial intelligence, big data, transdisciplinary

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Curricular Comum
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
DL	Deep learning
DT	Design Thinking
EaD	Educação a distância
ECA	Escola de Comunicações e Artes da Universidade de São Paulo
IA	Inteligência artificial
IEA	Iniciativa Educação Aberta
MEC	Ministério da Educação
ONU	Organização das Nações Unidas
ODS	Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
UAB	Universidade Aberta do Brasil
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação e a Cultura

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	T-shaped individual, representação do “indivíduo T”	15
Figura 2	Isaac Asimov	35
Figura 3	Alan Turing	36
Figura 4	Participantes da conferência de Dartmouth	37
Figura 5	Facebook domina o panorama de mídias sociais	43
Figura 6	Elementos químicos e matérias-primas da natureza necessários para fabricar smartphones	54
Figura 7	Mapa de transparência da IA, Alan Turing Institute	74
Figura 8	As quatro dimensões do Programa de Inovação Educação Conectada	85
Figura 9	Exemplos de publicidade sobre "formação" docente e discente de diferentes redes de educação	90
Figura 10	Competências gerais da nova Base Nacional Curricular Comum	95

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Alguns dos principais eventos relacionados à evolução do campo da IA	41
Quadro 2	Grupos de pesquisa identificados na plataforma do CNPQ	58
Quadro 3	O papel da educação nas estratégias nacionais sobre IA	70

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	9
1.1 A repórter que virou fonte .....	9
1.2 Trajetória de “profissional T” ou perfil de pessoa integradora .....	14
2. <i>DESIGN</i> DA PESQUISA.....	19
2.1 Por uma nova compreensão da realidade .....	19
2.2 Percorso metodológico .....	24
2.3 Atividades decorrentes da pesquisa.....	27
2.4 Organização da dissertação .....	30
3. A MULTIDIMENSIONALIDADE DA IA .....	31
3.1 Termos e conceitos de um campo em ascensão .....	31
3.2 Origens: pensadores cientistas e cientistas pensadores .....	33
3.3 Repercussões sociais .....	42
3.4 Impactos ambientais.....	51
4. IA E SUA INTER-RELAÇÃO COM A EDUCAÇÃO .....	57
4.1 Pesquisa e produção de conhecimento .....	57
4.2 Aplicabilidades e “personalização” .....	60
4.3 Visão de documentos internacionais .....	65
4.4 Políticas públicas.....	68
5. AÇÕES E PROTAGONISMOS DA PRÁXIS EDUCATIVA.....	77
5.1 Complexidade na educação.....	77
5.2 Breve histórico da política pública de educação com tecnologias digitais .....	82
5.3 Pandemia e “ecologia da ação” .....	86
5.4 Orientadores curriculares da atualidade e suas lacunas .....	94
6. O PENSAR COMPLEXO COMO DESAFIO EDUCACIONAL.....	101
6.1 Complexidade, educação e IA no contexto contemporâneo .....	101
6.2 Desafios da gestão e formação docente.....	108
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	111
REFERÊNCIAS .....	112
Filmografia.....	130

## 1. INTRODUÇÃO

*Para sermos nós mesmos precisamos aprender uma linguagem, uma cultura, um saber, e é preciso que essa própria cultura seja bastante variada para que possamos escolher no estoque das ideias existentes e refletir de maneira autônoma.*

(MORIN, 2011a, p. 66)

### 1.1 A repórter que virou fonte

O ano era 2020, janeiro, fui convidada para o evento Educação para o Futuro, organizado pela IBM e Revista Trip em São Paulo. Ao ser indagada pelo entrevistador do *podcast* (EDUCAÇÃO PARA O FUTURO, 2020) sobre minha jornada de 20 anos como empreendedora social em educação, brinquei: “eu sou a repórter que virou fonte”. A resposta foi paradoxalmente espontânea e proposital, considerando que o interlocutor, jornalista, certamente captaria o sentido.

Quis fazer uma analogia com o famoso caso dos anos 80, “o engenheiro que virou suco”<sup>1</sup> que, embora em contexto bem diferente, serve para ilustrar com ludicidade a transformação de perspectiva de vida. Logo eu, que tanto queria ser repórter especializada em educação, acabei me tornando uma educadora, fonte de informações para jornalistas sobre aprendizagens na cultura digital emergente.

Outra semelhança anedótica com o caso citado é o meu perfil “realizador”, que vem se sobressaindo esses anos todos e, de certa forma, acabou por protelar a entrada na pós-graduação *stricto sensu*. Costumo dizer que, desde a formatura de graduação, há exatos 25 anos, praticamente “inventei” meus trabalhos. Quando escolhi jornalismo, ainda adolescente, o que me motivava era uma curiosidade imensa por conhecer diferentes áreas e diferentes culturas. Eu via no jornalismo um caminho para isso. Porém, meu TCC, em vez de texto acadêmico, se deu em formato de “projeto experimental” (ou “protótipo”, na linguagem atual), já sinalizando que a inventividade de mão na massa prevaleceria no meu fazer. Não contente com a simples “entrega” do trabalho à banca examinadora da faculdade, no ano de 1997, consegui marcar uma

---

<sup>1</sup> Em meio à recessão da década de 80, um engenheiro desempregado abre uma lanchonete na avenida Paulista com esse nome, inspirado no filme *O homem que virou suco*, de João Batista de Andrade, lançado em 1981; em nota de 1998, a Folha de S. Paulo informa o destino do engenheiro que ficou famoso. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/fsp/cotidian/ff22039825.htm>. Acesso em 10 mai. 2021.

reunião com o então presidente da Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, Sergio Kobayashi, que aceitou imprimir gratuitamente 2 mil exemplares daquele projeto – um jornal para crianças sobre museus – e ainda distribuir a todas as escolas da diretoria de ensino da região central de São Paulo.

Com esse primeiro projeto “concretizado”, logo me apaixonei pela área de educação e os constantes desafios que ela tinha (e ainda tem!) e comecei a refletir sobre um caminho possível na inter-relação entre comunicação e educação. Comecei a estudar, buscar referências, até encontrar uma pós-graduação na Escola de Comunicações e Artes (ECA) da Universidade de São Paulo, voltada para um campo novo, ainda se firmando na época, o da “educomunicação” (SOARES, 2011). Se hoje em dia temos diversos jornalistas que se dedicam à cobertura da educação<sup>2</sup>, isso era praticamente ausente no final dos anos 90. Foi bastante significativa a quantidade de expressões de espanto e perguntas embaraçosas por parte de familiares e amigos: “mas você não fez jornalismo? Não vai trabalhar em jornal?”

Meu trabalho não existia. Tive que criá-lo, literalmente, a partir de espaços que fui ocupando ao longo da carreira. Lembro com nostalgia quando sugeri criar uma redação de jornal com estudantes adolescentes dentro de um projeto que o jornal O Estado de S. Paulo (Estadão na Escola) mantinha nos anos 90, que incentivava o uso de notícias em sala de aula. A ideia não só foi aceita, como se tornou recorrente nos anos seguintes em um evento no Sesc Itaquera. Depois, em 1999, iniciei um trabalho na Fundação Abrinq pelos Direitos da Criança, um cargo novo, idealizado justamente para receber um perfil profissional mais abrangente, que pudesse unir conhecimentos de comunicação e de educação para somar com a expertise da então equipe formada por pedagogos e cientistas sociais. Foi nessa experiência, mais precisamente chamada Programa Crer para Ver, que comecei minhas aventuras no mundo digital, ao buscar entender e experimentar possibilidades de criação de site e objetos multimídia que fossem simultaneamente educativos e informativos.

Da Fundação Abrinq fui para o Centro de Estudos e Pesquisas em Educação, Cultura e Ação Comunitária (CENPEC), em 2001, como pesquisadora, para estruturar um projeto completamente inédito na instituição: um programa educacional baseado em plataforma on-line totalmente gratuita e focada no apoio ao sistema público de educação no desafio de integrar tecnologias digitais em seu cotidiano. Posso dizer que o projeto, chamado Educarede<sup>3</sup>, onde

---

<sup>2</sup>A associação Jeduca, fundada em 2016, reúne jornalistas “especializados” na cobertura de educação. Disponível em: <https://jeduca.org.br/a-associacao>. Acesso em 25 mai. 2021.

<sup>3</sup>Financiado pela Fundação Telefônica em diferentes países, teve duração de 10 anos (2001-2011). Consegui manter parte do projeto como acervo histórico. Disponível em: [www.aberta.org.br/acervoeducarede](http://www.aberta.org.br/acervoeducarede). Acesso em 25 mai. 2021

fiquei durante seus 10 anos de existência, seis deles como coordenadora-executiva, foi uma verdadeira “pesquisa aplicada” na minha vida profissional e me permitiu iniciar e consolidar um perfil de profissional integradora.

Foi via Educarede que tive a oportunidade de implementar, coletivamente com a equipe, diversas ações, práticas, projetos e também sistematizar o conhecimento acumulado. Produzimos diversos materiais educativos impressos, digitais e audiovisuais, dentre eles, a coleção *Internet na Escola* (CENPEC, 2006). Criamos um ciclo de debates com pesquisadores acadêmicos sobre internet e educação; organizamos uma exposição multimídia de produções dos estudantes das escolas nossas parceiras no Sesc Pompeia; realizamos um congresso internacional no Memorial da América Latina para 1.200 pessoas<sup>4</sup>; desenvolvemos oficina remota de criação de gêneros textuais; concebemos um programa de TV Web<sup>5</sup>. Como coordenadora do Educarede no Brasil, tive também a oportunidade de fazer um máster EaD sobre Educação, Família e Tecnologia pela Universidade Pontifícia de Salamanca (Espanha).

Com a descontinuidade do Educarede, em 2011, decidi partir para uma empreitada ainda mais desafiante que foi a de constituir minha própria organização, a partir de uma demanda por mais autonomia e agilidade em processos decisórios. O Instituto Educadigital<sup>6</sup> nasce em 2011 com um propósito forte de trabalhar com *advocacy* para uma educação aberta no contexto da cultura digital, considerando a promoção do uso de licenças abertas de direito autoral *Creative Commons* – especialmente em materiais educacionais pagos com dinheiro público – e também de práticas pedagógicas flexíveis que permitam adaptações e recombinações, valorizando autoria de docentes e estudantes, a diversidade cultural brasileira e a cultura de colaboração.

Participei da articulação de um projeto de Lei Federal sobre Recursos Educacionais Abertos (BRASIL, 2011), atualmente já aprovado nas comissões de Educação e Cultura da Câmara dos Deputados. No biênio 2016-2018, o Educadigital representou a sociedade civil na cocriação de um compromisso de Governo Aberto (BRASIL, 2017) relacionado à aquisição de recursos digitais pelo Ministério da Educação (MEC), que deu origem a uma Portaria sobre Recursos Educacionais Abertos na Secretaria de Educação Básica do MEC (BRASIL, 2018).

---

<sup>4</sup> Anais do congresso podem ser acessados na biblioteca do Grupo de Instituições e Fundações Empresariais (Gife): Disponível em: <https://sinapse.gife.org.br/download/iii-congresso-ibero-americano-educarede>. Acesso em 2 jun. 2021.

<sup>5</sup> Episódios ainda estão no canal Educar na Cultura Digital. Disponível em: <https://www.youtube.com/channel/UCFIjdyNRMyVFhli3ZQpMBmA>. Acesso em 2 jun. 2021.

<sup>6</sup> Pelo site do Educadigital é possível acessar as demais iniciativas e projetos. Disponível em: [www.educadigital.org.br](http://www.educadigital.org.br). Acesso em 2 jun. 2021.

A partir de 2017, para fortalecer as ações em educação aberta e evidenciar sua relação com a promoção de direitos digitais<sup>7</sup>, criei a Iniciativa Educação Aberta (IEA) (AMIÉL et al. 2018), em parceria com a Cátedra UNESCO de Educação a Distância na UnB, da qual sou pesquisadora. Pela IEA, desde então, realizamos cursos para gestores do programa Universidade Aberta do Brasil (UAB-CAPES), produzimos diversos materiais de apoio à formação, incluindo livros e jogos. Em 2019, ganhamos o prêmio de melhor projeto em *open policy* do mundo pelo *Open Education Awards*<sup>8</sup>, devido a nossa atuação formativa com gestores do MEC e da CAPES (AMIÉL et al. 2018). E, a partir de 2020, passamos a integrar a *OER Dynamic Coalition* (UNESCO, 2020) como uma das 25 instituições globais especializadas na implementação de políticas de educação aberta.

O trabalho no Educadigital me levou a ser selecionada como *fellow* da Ashoka<sup>9</sup>, em 2013, e como “inovadora” no projeto espanhol *Innovadoras del Siglo XXI*<sup>10</sup>, em 2018. Desde 2014, sou membro do comitê de especialistas da pesquisa TIC Educação, do CETIC.br e de outras iniciativas e coletivos, como Escolas Transformadoras<sup>11</sup> e Coalizão Direitos na Rede<sup>12</sup>. Em 2019, o Educadigital foi indicado ao Prêmio WSIS da Cúpula Mundial pela Sociedade da Informação (ONU, 2019) na categoria *capacity building*.

Para Moraes e Valente (2008, p. 46 apud SALLES; MATTOS, 2016), as experiências e vivências do sujeito pesquisador, suas histórias de vida, devem ser consideradas no desenvolvimento da pesquisa. Trata-se do princípio do sujeito cognoscente, um dos operadores cognitivos do pensamento complexo: “[...] em pesquisa, pesquisador/objeto/realidade estão co-implicados e evoluem juntos.”

Confesso que sempre me senti um tanto “desformatada” da academia, apesar de trabalhar com ela e participar de projetos, como autora, coautora e pesquisadora. A intenção desta dissertação é justamente enfrentar esse desconforto para poder aprofundar epistemologicamente esta trajetória, religando saberes (PETRAGLIA et al. 2020) da atuação

---

<sup>7</sup> O termo se refere aos direitos humanos exercidos no ambiente digital, como acesso à informação, liberdade de expressão e privacidade/proteção de dados.

<sup>8</sup> Prêmio do *Open Education Consortium*: Disponível em: <https://aberta.org.br/projeto-brasileiro-ganha-premio-internacional-de-educacao-aberta/>. Acesso em 10 jun. 2021.

<sup>9</sup> Organização internacional que identifica empreendedores sociais em diferentes regiões do mundo. Disponível em: <https://ashokacollective.com/entrepreneur/priscila-gonsales/>. Acesso em 10 jun. 2021.

<sup>10</sup> Projeto liderado pela Universidade de Navarra e parceiros. Disponível em: <https://innovadoras.eu/innovadora/priscila-gonsales/>. Acesso em 10 jun. 2021.

<sup>11</sup> Iniciativa da Ashoka e Instituto Alana. Disponível em: <https://escolastransformadoras.com.br/ativador/priscila-gonsales/>. Acesso em 20 nov. 2021.

<sup>12</sup> Coalizão reúne mais de 40 entidades da sociedade civil que atuam com direitos digitais. Disponível em: <https://direitosnarede.org.br/>. Acesso em 10 jun. 2021.

profissional produtiva e “fazedora” à de pesquisadora e assim poder contribuir mais no campo de atuação com reflexões e proposições.

Com o avanço cada vez mais acelerado das tecnologias de inteligência artificial (IA) na contemporaneidade, que tenho acompanhado e estudado com mais afinco desde 2019, senti que poderia explorar como essa temática se conecta com o pensamento complexo na educação. Nas primeiras buscas sobre o tema, logo encontrei a Dora Kaufman, cuja trajetória acadêmica posterior à de profissional de “mercado” me chamou bastante a atenção. Além de uma identificação imediata, foi ao mesmo tempo um chamado. Assisti a uma aula na Casa do Saber e, na sequência, fiz o curso de extensão sobre IA e Impactos Sociais na PUC-SP e, no ano seguinte, ingressei no mestrado.

O título desta dissertação remete a conceitos que serão tratados nos capítulos a seguir, destacando a compreensão do contexto atual da sociedade digital a partir do pensamento complexo do filósofo francês Edgar Morin, no intuito de instigar educadores e gestores educacionais a diferenciar problemas de paradoxos. Como destacam Mariotti e Zauhy (2019, p. 128), “os paradoxos se relacionam a circunstâncias de incerteza e ambiguidade, isto é, são situações complexas e não solucionáveis.” Ao contrário de “problemas”, que são passíveis de solução, ainda que parcialmente, os autores ressaltam que, no caso dos “paradoxos”, é preciso aprender a conviver e lidar com eles, uma vez que: “[...] implica compartilhar conhecimentos, habilidades, modos de aprender, visões de mundo e, por último, mas também importante, a própria liderança.”

Para Morin, os paradoxos estão contidos no princípio fundamental do pensamento complexo, a dialógica, definida como:

Unidade complexa entre duas lógicas, entidades ou instâncias complementares, concorrentes ou antagonistas, que se nutrem uma da outra, completam-se, mas também se opõem e se combatem. Distingue-se da dialética hegeliana. Em Hegel, as contradições encontram uma solução, superam-se e suprimem-se numa unidade superior. Na dialógica, os antagonismos persistem e são constitutivos das entidades ou dos fenômenos complexos (MORIN, 2012 p. 300).

Como sintetiza Mariotti (2021 p. 137), “a dialógica é um modo de fazer com que os paradoxos não apenas sejam admissíveis, mas também de perceber as ideias novas que emergem deles”.

Ao relacionar pensamento complexo com IA e educação, a pesquisa apresenta uma abordagem multidimensional do objeto de pesquisa, identificando lacunas nas políticas curriculares de gestão, formação docente e de governança pública educacional que evidenciem,

seja na formulação ou na implementação, a urgência do pensar complexo. Diante de um mundo em constante transformação, como já preconizava Morin, no início dos anos 2000, com a obra *Os Sete Saberes Necessários à Educação do Futuro*, ficou evidente a iminência da reforma do pensamento para a religação dos saberes e o enfrentamento de incertezas.

## 1.2 Trajetória de “profissional T” ou perfil de pessoa integradora

A professora de Teorias da Aprendizagem da PUC-SP Ana Di Grado Hessel descreve em sua tese de doutorado (2007) o perfil de profissional integradora que se instituiu a partir da experiência que teve em diferentes funções, como gestora, formadora e pesquisadora em educação. Fundamentada nas dimensões autopoietica (MATURANA; VARELA, 1995, 1997 apud HESSEL, 2007) e dialógica (MORIN, 2001 apud HESSEL, 2007), a autora pontua:

Compreendo-me como um ser vivo, não isolada, mas conectada à rede da vida, um ponto numa teia de relações. Minha identidade está em permanente construção porque a essência da vida é a auto-organização. [...] O ser vivo e o meio em que vivem estão em congruência, isto é, ambos se modificam pela ação interativa. [...] Através do princípio dialógico, é possível a explicação de um fenômeno complexo porque as entidades são compreendidas na sua relação complexa, ou seja, são a um só tempo complementares, concorrentes e antagônicas. Estas entidades são opostas e se alimentam uma da outra, mas ao mesmo tempo se completam e se opõem, tais como os princípios: masculino e feminino, razão e emoção, espírito e matéria, sujeito e objeto, autonomia e dependência etc (HESSEL, 2007, p. 30 e 31).

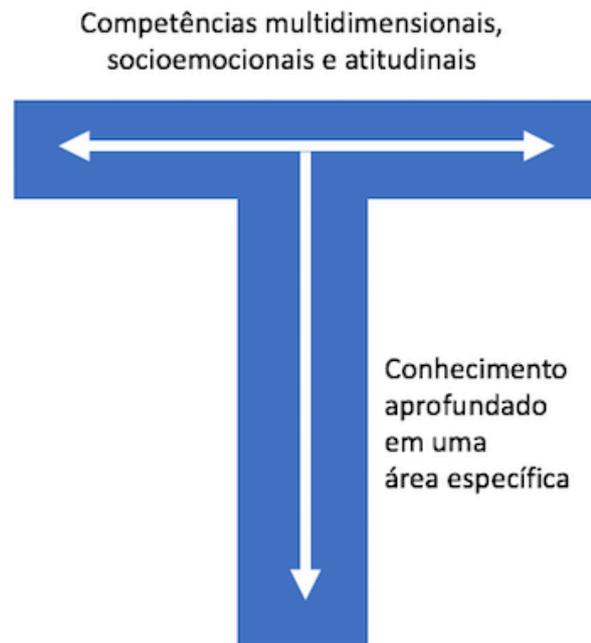
A reflexão de Hessel me permite introduzir o conceito hoje bastante disseminado na área de Design, mas não somente, do “profissional T”. A primeira referência sobre o termo que se tem notícia vem de um *paper* do final dos anos 70, *T-shaped man* (JOHNSTON, 1978). Mas foi com o artigo *The hunt is on for the Renaissance Man of computing*, publicado no jornal britânico *The Independent*, em 1991, que o *T-shaped individuals* (BARATTA, 2017) começou a ser citado para designar o tipo de personalidade que representaria uma variação do homem renascentista<sup>13</sup>, igualmente confortável com sistemas de informação e técnicas modernas de gestão, ou seja, capaz de reunir formação técnica com a habilidade de lidar com pessoas, valorizando sua intuição e sendo bom ouvinte.

O termo se popularizou de fato com Tim Brown, famoso executivo norte-americano da área de Design. Em seu artigo *On Being T-Shaped* (2009), relata como se tornou um profissional

<sup>13</sup> Tradução livre a partir do verbete disponível no *World Lover's Guide to New Word*. Disponível em: <https://wordspy.com/index.php?word=t-shaped>. Acesso em: 15 nov. 2021.

T, desde uma criação técnica logo no início de sua carreira, quando percebeu que lhe faltava a visão ampliada baseada no “gene da empatia”, para que pudesse estar aberto ao aprendizado de forma constante a partir do contato com diversos campos do saber.

A figura 1 a seguir mostra uma interpretação dos respectivos traços, vertical e horizontal, representativos do profissional caracterizado como T:



**Figura 1:** *T shaped individual*, representação do indivíduo “T”. Adaptação minha.

A visão de Brown tem influenciado posicionamentos recentes em diversas instituições, educacionais, como Harvard (SCHAFFER, 2021), ou midiáticas da área de negócios, como a Revista Forbes (BODELL, 2020). Embora já existam outros *shapes* sendo mencionados e derivados da mesma ideia, como o símbolo do Pi (VANDERPLAS, 2014), a letra M (IOANNIDOU, 2020) e também a letra X (CLIFFORD, 2019).

O símbolo ou a forma para representar o perfil de pessoa e profissional integradora importam menos do que identificar a essência do pensamento complexo embutido nessa proposição, pois “essas pessoas são capazes de intuir a complexidade e colocar em prática o resultado de suas reflexões” (MARIOTTI; ZAUHY, 2019, p. 13).

Pessoalmente, comecei a me descobrir integradora em 2012, quando incorporei em meu fazer educacional, como formadora e consultora, a abordagem do *design thinking* (DT). Trata-se de um termo oriundo da área de Design que se tornou conhecido no início dos anos 2000 por

meio de *papers* de pesquisa empírica e publicações<sup>14</sup>, especialmente de profissionais e acadêmicos da agência de inovação norte-americana IDEO (GONSALES, 2018).

Em 2014, lancei o primeiro material brasileiro sobre *design thinking* na educação, traduzindo e adaptando para o contexto regional<sup>15</sup>, o *toolkit* da IDEO *Design Thinking* para Educadores (GONSALES, 2014), já com exemplos concretos de projetos que eu havia desenvolvido utilizando tal abordagem. Por ser um recurso educacional aberto, licenciado em *Creative Commons*, o material tem sido largamente utilizado<sup>16</sup> por pesquisadores, educadores, redes de ensino, escolas e universidades e guiado as ações de formação direta que desenvolvo com educadores e gestores, tanto da Educação Básica como do Ensino Superior, nos últimos anos. O curso básico on-line, que criei em 2020 a pedido da Escola Virtual da Fundação Bradesco<sup>17</sup>, já teve mais de 15 mil matrículas.

Com as observações baseadas na reflexão-na-ação (SCHÖN, 2000 apud GONSALES, 2018) das formações em DT, incluindo as aulas que ministro na pós-graduação *lato sensu* Formação Integral de Educadores, no Instituto Singularidades, cada vez mais consigo visualizar como o pensamento complexo pode ser colocado em prática. Por conta da minha formação transdisciplinar – que começa na comunicação/jornalismo e logo avança junto a outros campos em inter-relação, como educação, direito autoral, governança da internet e direitos digitais – a abordagem do DT vai ao encontro da intencionalidade de favorecer a liderança na criação e execução de atividades educacionais ecossistêmicas (MORAES, 2021).

Para começar, o DT tem três princípios: empatia, colaboração e experimentação. Uma vez internalizados, todo e qualquer processo educativo vai incorporar tais princípios, os quais podemos correlacionar, ademais, com os “sete saberes” de Edgar Morin (GONSALES, 2018). O erro é valorizado como parte do processo do DT; os grupos envolvidos devem ser de diferentes áreas do saber, ou seja, é da natureza do DT religar saberes. A distinção entre problemas e paradoxos ocorre o tempo todo no DT à medida que a definição do desafio de *design* requer analisar minuciosamente um tema para poder identificar o que pode ser solucionado (problema) e o que faz parte do contexto e precisa ser enfrentado (paradoxo). Dessa forma, o processo de DT incentiva “a habilidade de manter ao mesmo tempo na mente duas ideias opostas, e mesmo assim conservar a capacidade de funcionar [...] típica das pessoas

---

<sup>14</sup> Busca pelo termo no Google Scholar, intervalo 2000-2010, trouxe 13.300 resultados.

<sup>15</sup> Material em português disponível para baixar em <https://www.dtparaeducadores.org.br>. Acesso em 2 jun. 2021.

<sup>16</sup> Ao longo dos últimos sete anos, algumas dissertações e teses citam o material e usam minhas práticas como estudo de caso. Seguem dados do Banco de Teses e Dissertações. Disponível em: <https://tinyurl.com/DT-bancoteses>. Acesso em 20 dez. 2021.

<sup>17</sup> Acesso ao curso: <https://www.ev.org.br/cursos/design-thinking-para-educadores>. Acesso em: 5 jan. 2022.

integradoras ou *T-shaped individuals*” (FITZGERALD, 1945, apud MARIOTTI; ZAHUHY, 2019, p. 129).

Vale, pontuar, no entanto, que a atitude abrangente de “navegar” por outras áreas não é o mesmo que temos visto, por exemplo, nas redes sociais, onde observamos cotidianamente emergir o perfil “generalista” em demasia. Fala-se sobre tudo, opina-se sobre tudo, informações são compartilhadas sem checagem, potencializando o espalhamento de desinformação, considerando que pouco se sabe sobre como funcionam os algoritmos de IA que possibilitam e incentivam toda essa interatividade.

Cada pessoa recebe uma restrita quantidade de informações em seu *feed* na rede social por meio da relevância algorítmica ou “personalização”, a partir do que vê, curte, comenta e busca, formando “bolhas” (PARISER, 2012). “Essa personalização decorre da mineração dos dados dos usuários dessas plataformas, gerando conhecimento sobre preferências e hábitos, algo praticamente imperceptível” (PARISER, 2011, apud GONSALES, 2021, p. 11). A palavra “mineração”, largamente utilizada para designar o processo algorítmico de busca de padrões e correlações em grandes conjuntos de dados para fornecer previsões, não parece ser adequada, considerando que dados não são físicos. Talvez essa seja uma das razões que dificulta o entendimento sobre como a IA baseada em dados funciona.

As constantes transformações advindas do acelerado desenvolvimento da IA e sua presença contínua no cotidiano das pessoas, especialmente a partir da segunda década dos anos 2000, aceleraram a necessidade de a educação priorizar uma cabeça “bem feita” em vez de uma “bem cheia” (MORIN, 2017). Com o alastramento do uso de tecnologias conectadas consolidando o fenômeno do *Big Data* e de técnicas de IA, especialmente o *deep learning* (redes neurais profundas), o pensamento complexo se torna ainda mais crucial na educação, uma vez que o cenário suscita diversos impactos à chamada “era planetária” (MORIN; KERN, 2000).

Em *Os Sete Saberes Necessários à Educação do Futuro*, Morin (2011b) apresenta um rol de inspirações para educadores e gestores redefinirem seus papéis na escola, na relação com alunos, currículos e avaliação. Nesse sentido, a relação com a tecnologia também precisa ser repensada, o que significa romper com a arraigada visão de “ferramenta” de ensino ainda muito presente nas políticas educacionais.

O “enfrentar as incertezas” é um dos mais pertinentes saberes para o momento em que estamos. Muito se fala em “futuro”, mas numa perspectiva de “atender” a demandas, especialmente do setor produtivo de trabalho. Pouco se fala, no entanto, em valores humanos que sempre serão essenciais em qualquer contexto de futuro. Em entrevista ao Sesc São Paulo,

em 2019, durante sua última visita ao Brasil, Morin falou em fraternidade, compreensão entre os povos, amizade e amor como virtudes a serem cultivadas em um contexto de crise, não somente da economia, mas da civilização e da globalização, uma incerteza extraordinária sobre nosso futuro (MORIN, 2019, vídeo).

## 2. DESIGN DA PESQUISA

*...o mundo não gira sobre um caminho previamente traçado, não é uma locomotiva que anda sobre trilhos. Como o futuro é absolutamente incerto, é preciso pensar com e na incerteza, mas não a incerteza absoluta, porque sempre navegamos num oceano de incerteza por meio de arquipélagos de certezas locais.*

(MORIN In: ALMEIDA; CARVALHO, 2013, p. 37)

### 2.1 Por uma nova compreensão da realidade

Como já pontuado na introdução desta dissertação, o uso da tecnologia em nossa sociedade “sempre esteve associado com inovação e progresso, como se todas as mudanças e transformações por ela causadas fossem sempre positivas” (MARIOTTI, ZAUHY, 2019, p. 60). Essa visão está presente nas mais diversas áreas do conhecimento, em especial na educação, considerada fundamental para o desenvolvimento sustentável e, portanto, precisa urgentemente evoluir em termos de garantir qualidade, equidade e inclusão (ONU, 2020).

Nesse contexto, a inteligência artificial (IA) desponta como a promessa para a obtenção de diversas melhorias na educação, por meio de uma visão que, invariavelmente, reduz a tecnologia ao ferramental e ao utilitário e pouco contempla os riscos e as implicações trazidas por ela. O termo “transformação digital”, por exemplo, vem sendo empregado em larga escala como caminho de aperfeiçoamento de modalidades de ensino, com foco na adoção de plataformas adaptativas e aplicativos cujas funcionalidades propiciam formas automatizadas de transmitir e monitorar a apreensão de conteúdos.

Definida como um modelo estatístico de probabilidade que utiliza o tratamento de dados para estabelecer correlações (KAUFMAN, 2021a), a IA não tem uma “teoria”, somente pesquisas empíricas e envolve múltiplas dimensões que vão além da computação, pois gera impactos sociais, econômicos, ambientais, políticos, jurídicos, dentre outros. Em sua dimensão social, a IA vem permeando nossas relações pessoais e profissionais, bem como nossa mobilidade, nossa forma de consumir, obter informações e estudar (LEE, 2019), mas também vem replicando desigualdades de gênero e raça (SILVA, 2020). No aspecto econômico, a crescente utilização da IA já reduz postos de trabalho e, ao mesmo tempo, demanda novas funções para as quais não há formação compatível (BANCO DE DESENVOLVIMENTO DA

AMÉRICA LATINA, 2019). Em relação ao meio ambiente, recursos minerais são extraídos para fabricação de *hardware* e *software* e *data centers* são responsáveis por emissão de CO<sub>2</sub><sup>18</sup>. Nas dimensões políticas e jurídicas, há questões éticas (vigilância, privacidade, viés), de direito autoral, proteção de dados, segurança da informação, dentre outras.

A IA suscita uma nova compreensão da realidade e, nesse sentido, o pensamento complexo (MORIN, 2011a) emerge como base para uma ressignificação do ato de educar com tecnologia, na qual se faz necessária uma visão ampliada por parte dos educadores para “religar” os dois campos de conhecimento. Uma visão que acolhe transformações constantes e incertezas. O destaque para a necessidade de uma mudança de concepção, no entanto, não vem de agora, já na década de 90, quando os computadores começavam a chegar às escolas, como registrou a pesquisadora Maria Cândida Moraes:

[...] não se muda um paradigma educacional apenas colocando uma nova roupagem, camuflando velhas teorias, [...] colocando telas e telões na sala de aula, se o aluno continua na posição de mero espectador, receptor, presenciador e copiador, e se os recursos tecnológicos pouco fazem para ampliar a cognição humana (MORAES, 1997, p. 17).

Mais de 30 anos se passaram e esse paradigma “emergente” ainda é bem pouco compreendido e praticado pelas instituições educativas. Ao considerar a tecnologia em seu cotidiano, a educação não promove nem incentiva um debate contínuo e crítico sobre a tecnologia, por exemplo, como os avanços da tecnologia impactam e alteram nossas formas e estruturas de organização, convivência e presença no mundo? Isso porque a educação formal não reconhece a dimensão subjetiva na interação com o conhecimento, ou seja, a transdisciplinaridade (MORAES; BATALLOSO, 2015).

Religação de saberes envolve um entrelaçar de conhecimentos, relacionando-os para que seja possível estabelecer um diálogo para o melhor entendimento da realidade e a tomada de decisões. Para Morin (2017), a educação precisa passar por uma reforma de pensamento para religar os saberes, uma reforma paradigmática e não somente programática.

O *design* desta pesquisa pode ser explicitado por uma imagem triangular que busca um diálogo entre a inteligência artificial, a educação e o pensamento complexo. Trata-se de evidenciar a necessidade de cultivo ao olhar crítico diante das novidades atraentes das tecnologias sem, no entanto, deixar de reconhecer as benfeitorias por elas fornecidas. O

---

<sup>18</sup> Segundo a Agência Internacional de Energia, os *data centers* consomem cerca de 200 terawatt-hora (TWh) de eletricidade, ou quase 1% da demanda global de eletricidade, contribuindo para 0,3% de todas as emissões globais de CO<sub>2</sub>. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/data-centres-and-data-transmission-networks>. Acesso em 12 dez. 2021.

princípio da dialogia do pensamento complexo, certamente, será o alicerce das indagações e ponderações apresentadas ao longo do texto.

Por meio da triangulação IA, educação e pensamento complexo problematizo diferentes aspectos do novo contexto social, político e econômico, tais como os grandes interesses do capital por trás das plataformas tecnológicas, a disseminação acelerada de todo o tipo de informação e desinformação pelas redes sociais e mensagerias, a necessidade premente de proteção à saúde e aos dados de crianças e adolescentes aderindo cada vez mais cedo à vida on-line. Como nos diz Morin, a finalidade da educação deve ser:

fornecer aos alunos, aos adolescentes que vão enfrentar o mundo do terceiro milênio uma cultura que lhes permitirá articular, religar, contextualizar, situar-se num contexto e, se possível, globalizar, reunir os conhecimentos que adquiriram. [...] um saber só é pertinente se é capaz de se situar num contexto. Mesmo o conhecimento mais sofisticado, se estiver totalmente isolado, deixa de ser pertinente (MORIN *In*: ALMEIDA; CARVALHO, 2013, p.31).

Concebida com um direito humano<sup>19</sup>, a educação envolve um emaranhado de situações e relações, um ecossistema de agentes, condições e estruturas que vão muito além do ato de transmitir conteúdos por meio de ferramentas tecnológicas. Como nos diz Freire:

É por isso que transformar a experiência educativa em puro treinamento técnico é amesquinhar o que há de fundamentalmente humano no exercício educativo: o seu caráter formador. Se se respeita a natureza do ser humano, o ensino dos conteúdos não pode dar-se alheio à formação moral do educando. Educar é substantivamente formar. Divinizar ou diabolizar a tecnologia ou a ciência é uma forma altamente negativa e perigosa de pensar errado (FREIRE, 2002, p. 16).

Ao adotar ou adquirir uma determinada tecnologia com vistas a melhorar a qualidade do ensino, gestores educacionais acabam sendo atraídos por soluções tecnológicas ditas como “inovadoras”, justamente pela visão de “progresso”, o que leva a um entendimento limitado da tecnologia, que extirpa seu potencial como um fenômeno cultural e também de linguagem (VARGAS, 2014). Mais recentemente, ainda temos a questão de que estudantes e educadores podem estar sendo expostos a uma coleta massiva de dados pelas plataformas utilizadas pelas escolas em larga escala durante a pandemia (GONSALES; AMIEL, 2020).

O contexto atual da cibercultura, como caracteriza André Lemos (2021), é marcado pela sigla PDPA: plataformização, dataficação (ou dadificação em português) e performatividade algorítmica. Aquela idealização que vigorou durante toda a década de 90 e início dos anos 2000 que enaltecia a web como uma rede expandida, democrática, que proporcionava não somente a

---

<sup>19</sup> Artigo 26 da Declaração Universal de Direitos Humanos de 1948.

busca de informação, conhecimento e cultura (BENKLER, 2006), mas também a produção/criação direta pelas pessoas, hoje não mais se sustenta.

A PDPA ou, para outros autores, simplesmente “plataformização” (DIJCK et al., 2018) está colocando em xeque o caráter da então cultura digital como emancipadora e libertadora, pois estamos todos imbuídos em uma estrutura de *hardware* e *software* que permeia tudo o que fazemos. Nossos telefones celulares estão ligados a diversas plataformas que medeiam nossas ações (compras, lazer, estudos, encontros etc.). Tais plataformas são estruturas concentradas em grandes empresas conhecidas pela sigla GAFAM – Google, Apple, Facebook<sup>20</sup>, Amazon e Microsoft (CRUZ et al., 2019), que dominam grande parte da internet a partir de modelos de negócio baseado na ampla coleta e extração de dados.

Trata-se de um cenário totalmente novo para maioria dos educadores e gestores, mas que é, ao mesmo tempo, urgente de ser considerado e compreendido nas políticas e processos educativos – assim como na formação docente e discente –, ainda mais quando os dados sobre uso de internet por crianças e adolescentes mostram que 94% desse segmento, entre 9 e 17 anos, acessam a internet pelo telefone celular (CETIC, 2019).

Os avanços das aplicações de IA para a área de educação sugerem um contexto paradoxal, à medida que podem trazer benefícios, também trazem ameaças. Trata-se, portanto, de um contexto marcado por contradições que não podem ser resolvidas (princípio dialógico da complexidade). Relatório do The Institute for Ethical IA in Education da Universidade de Buckingham sobre visão ética da IA na educação (2020) pontua a necessidade de cautela na introdução da IA no ambiente de aprendizagem, pois, se a tecnologia pode contribuir para aumentar o acesso à educação, potencializar a aprendizagem, além de ampliar oportunidades para uma formação fundamentada em valores humanos, simultaneamente pode se tornar uma forma de vigilância e controle. Acrescentaria, se possível, o aumento de desigualdades, algo mais visível nos países do sul global (KWET, 2019)<sup>21</sup>.

Tal cautela, no entanto, está longe de ser observada na cotidianidade. Durante a pandemia da COVID-19, secretarias de educação e escolas privadas em geral utilizaram

<sup>20</sup> Em outubro de 2021, a empresa Facebook Inc passou a se chamar Meta. Disponível em: <https://g1.globo.com/tecnologia/noticia/2021/10/28/facebook-novo-nome-meta.ghtml>. Acesso em 20 dez. 2021.

<sup>21</sup> O pesquisador sul-africano Michael Kwet expõe o problema da exposição do sul global ao atual colonialismo digital; essa temática do sul global em contraposição ao “imperialismo” do norte ao longo da história também está presente na obra de Morin (2011c, p. 10) “Existem evidentemente vários ‘suis’, muito diferentes uns dos outros, mas que são submetidos à concepção única vinda do Norte, do atraso, do subdesenvolvimento, do imperativo do desenvolvimento e da modernização”. E na obra de Boaventura de Souza Santos (2016, n.p.), o conceito de Sul não se restringe à localização geográfica, mas sim a uma “metáfora do sofrimento humano causado pelo capitalismo, pelo colonialismo e pelo patriarcado, e da resistência a essas formas de opressão”.

serviços robustos ofertados como “gratuitos” por grandes empresas de tecnologia (GONSALES; AMIEL, 2020) sem esboçar nenhuma preocupação em relação à transparência sobre o uso de dados de professores e alunos por parte dessas empresas, justamente pela falta de conhecimento sobre o funcionamento das tecnologias e, importante ressaltar, também pela visão meramente instrumental de “ferramenta de ensino”.

Não se pode considerar somente os benefícios dentro da ideia de progresso, como se todas as mudanças fossem sempre para melhor, isso simplifica e unilateraliza a questão (MARIOTTI; ZAUHY, 2019). Na verdade, são contradições, isto é, riscos e benefícios que estarão sempre juntos.

Esta pesquisa parte da hipótese de que, na educação, a não fragmentação das disciplinas segue sendo desafio para os planejamentos e implementações de projetos e práticas pedagógicas, assim como a visão ampliada da tecnologia em sua multidimensionalidade como campo de estudo. As tecnologias digitais, agora bastante permeadas pela IA, continuam sendo consideradas meros instrumentos, meras ferramentas para o ensino. Adicionando, questões relacionadas ao autoconhecimento (foco no sujeito e no “aprender a ser”) ainda estão muito distantes da realidade da formação de educadores. Além disso, a falta de conhecimento sobre o funcionamento das tecnologias de IA baseadas em dados repercute nos modelos de incentivo à aprendizagem dos estudantes, tornando-os obsoletos e insuficientes para as demandas do mundo atual.

Esta pesquisa tem o objetivo de evidenciar a necessidade de reformulação de concepções (paradigmas) e estratégias em políticas educacionais de governança, formação de educadores e de estudantes a partir do pensamento complexo e do conceito de transdisciplinaridade, de forma a favorecer uma visão abrangente diante de um contexto social em mutação mediado por tecnologias digitais, em especial a inteligência artificial. Como nos diz Freire (1983, p. 80), buscar a “educação problematizadora, de caráter autenticamente reflexivo, implica num constante desvelamento da realidade”. A dialogia proposta pelo pensar complexo pode favorecer a compreensão desse cenário e possibilitar a busca de aprimoramentos urgentes nas políticas educacionais e no desenvolvimento de práticas pedagógicas.

São objetivos específicos da pesquisa: 1) conceituar inteligência artificial como área do conhecimento fortemente marcada pela multidimensionalidade e transdisciplinaridade e suas implicações *em diversas áreas*, em especial a educação; 2) problematizar a mudança de contextos da cibercultura desde o advento da *world wide web* (www) até os dias atuais; 3) apresentar um resgate histórico de como as tecnologias digitais foram introduzidas na educação

brasileira; 4) identificar documentos e publicações nacionais e internacionais recentes sobre IA e educação; e 5) ponderar sobre a inércia da educação em concretizar a reforma necessária, demanda antiga presente em documentos históricos referenciais, como, por exemplo, no *Manifesto dos Pioneiros da Educação Nova* (1930)<sup>22</sup>, no relatório da UNESCO Educação, um *Tesouro a Descobrir* (DELORS, 1996) e no livro *Sete Saberes Necessários à Educação do Futuro* (MORIN, 2011b).

## 2.2 Percurso metodológico

Considerando a necessidade de interpretação da IA como um fenômeno social e ao mesmo tempo um “campo de conhecimento associado à linguagem e à inteligência, ao raciocínio, à aprendizagem e à resolução de problemas” (KAUFMAN, 2019, p. 19), a pesquisa tem abordagem qualitativa, natureza exploratória, documental, com procedimentos como: revisão bibliográfica sobre os conceitos em destaque, análise documental (relatórios, normativas, referenciais etc.), escuta de especialistas em complexidade e educação no Brasil, dado o período pandêmico em que foi possível acompanhar diversos eventos e *LIVES* de expressão acadêmica.

Importante mencionar o acervo de livros, artigos, dossiês e publicações lançados durante a pandemia e que são altamente relevantes para o enfoque desta pesquisa, como, por exemplo, a obra *Paradigma Educacional Ecológico* (2021), da pesquisadora Maria Cândida Moraes, uma das mais renomadas especialistas em complexidade e transdisciplinaridade.

De acordo com Denzin & Lincoln (2006, p. 20), a pesquisa qualitativa, como um conjunto de atividades interpretativistas, “não privilegia nenhuma única prática metodológica em relação à outra. [...] Ela não pertence a uma única disciplina. Nem possui um conjunto de métodos ou práticas que sejam inteiramente seu”.

Portanto, adotei nesta pesquisa a não classificação estática do tipo de enfoque metodológico, mas sim traço considerações que remetem ao “método” conceituado por Morin et al. (2003, p. 18) como “caminho, ensaio gerativo e estratégia ‘para’ e ‘do’ pensamento. O

---

<sup>22</sup> Texto disponível no site do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (INEP): [http://download.inep.gov.br/download/70Anos/Manifesto\\_dos\\_Pioneiros\\_Educacao\\_Nova.pdf](http://download.inep.gov.br/download/70Anos/Manifesto_dos_Pioneiros_Educacao_Nova.pdf). Acesso em 6 jul. 2021.

método como atividade pensante do sujeito vivente, não-abstrato. Um sujeito capaz de aprender, inventar e criar ‘em’ e ‘durante’ o seu caminho”.

Procuo descrever o percurso metodológico e as decisões de conduta, conforme pontua a professora de psicologia da educação, Marli André:

Na perspectiva das abordagens qualitativas, não é a atribuição de um nome que estabelece o rigor metodológico da pesquisa, mas a explicitação dos passos seguidos na realização da pesquisa, ou seja, a descrição clara e pormenorizada do caminho percorrido para alcançar os objetivos, com a justificativa de cada opção feita (ANDRÉ, 2013, p. 96).

É imprescindível, contudo, uma postura ética do pesquisador, que deve fornecer ao leitor as evidências que utilizou para fazer suas análises, ou seja, descrever de forma acurada os eventos, pessoas e situações observadas, transcrever depoimentos, extratos de documentos e opiniões dos sujeitos/participantes.

A análise da pesquisa mostra que a visão redutora e simplificadora da tecnologia, aliada à falta de conhecimento sobre o atual contexto da cultura digital – IA baseada em dados – por parte de educadores e formuladores de políticas, repercute nos modelos e referenciais curriculares, tornando-os obsoletos e insuficientes.

Como destacam Moraes e Valente (2008, p. 36), “o pesquisador, o objeto pesquisado e o método utilizado estão também imbricados de tal maneira, que, conscientes ou não, a conduta do pesquisador influencia a conduta do objeto pesquisado e vice-versa”. Ao abordar um problema ou fenômeno social, é fundamental trazer uma visão ampla, considerando contextos em que se insere.

Nesse sentido, as demandas do mundo atual vão muito além da preparação de indivíduos para o mercado de trabalho cada vez mais permeado por soluções tecnológicas, há demandas urgentes relacionadas ao aprender a “ser” e “conviver” (DELORS, 1996). Como ressaltou Suanno (2021, vídeo) é preciso formar para uma “consciência sócio-política, consciência planetária, consciência de si no mundo e das contradições postas para transformar [aquilo com] que não se está de acordo”.

A compatibilidade com os procedimentos técnicos bibliográfico e documental pode ser observado, uma vez que a intenção é primar pela profundidade, como destaca Gil (2008, p. 50), “a principal vantagem da pesquisa bibliográfica reside no fato de permitir ao investigador a cobertura de uma gama de fenômenos muito mais ampla do que aquela que poderia pesquisar diretamente”. A pesquisa se faz documental também, uma vez que são apresentados materiais sobre IA diversos e recém-publicados, de forma a contemplar suas múltiplas dimensões, ou

seja, “documentos ‘de primeira mão’, que não receberam nenhum tratamento analítico” (GIL, 2008, p. 51).

Tendo em conta que esta pesquisa se iniciou durante a pandemia, situação jamais vista nem sequer imaginada pela população mundial nos últimos 100 anos, tal circunstância tornou o foco do estudo ainda mais pertinente, dado o aumento do uso de plataformas on-line baseadas em IA pelas escolas. Nesse sentido, o pensamento complexo vem apoiar o enfrentamento de incertezas de futuro. Como pontuam Petraglia e Arone (2021, p. 2):

Para pensar em educação do futuro e, sobretudo em futuro da educação, é necessário reconhecer as circunstâncias da contemporaneidade em meio à grave crise sanitária, as políticas públicas ou a ausência delas, perspectivas, possibilidades, desafios. Vivemos em tempos difíceis, de embrutecimento intelectual, obscurantismo político e social, tanto no Brasil quanto no mundo. Conviver e enfrentar as incertezas, presentes nos diversos âmbitos das sociedades plurais, complexas, mundializadas é cada vez mais necessário e desafiador.

Em meio a tantas incertezas, a distância entre teoria e prática, discurso e realização, idealização e efetividade ainda se faz constante na educação do século XXI. Em especial na do Brasil, que sempre aparece em posições inferiores em rankings e avaliações globais, gerando preocupações e ansiedades em relação ao aprimoramento de métodos de ensino e criação de padronizações em forma de competências (SUANNO et al. 2018).

Embora os resultados de performance estejam constantemente bem longe do que se espera, a concepção de política pública em educação com tecnologia insiste em privilegiar o ensino de conteúdos formatados que não garantem a aprendizagem, seja de professores, seja de alunos. Para respaldar essa afirmação, procurei fazer um resgate histórico de como as tecnologias digitais foram introduzidas na educação brasileira, problematizando a mudança de contextos da cibercultura desde o advento da *world wide web* até os dias atuais e também conceituando inteligência artificial como área do conhecimento fortemente marcada pela multidimensionalidade, transdisciplinaridade e suas implicações e relações com a educação.

Os documentos contemplados na análise envolvem marcos e referenciais atuais seguidos pela política pública educacional brasileira, comparado com referenciais internacionais. Também foram levantados documentos que pontuam questões sobre IA que precisam ser trabalhadas em sua inter-relação com a educação. A pesquisa possibilitou analisar as (in)congruências entre o conteúdo dos documentos, pontuando novidades e convalidações em relação a demandas antigas de “formação para o futuro” já apontadas por grandes teóricos e visionários da educação, mas que ainda não adentraram os debates educacionais ou, mais gravemente, que vêm sendo menosprezadas ao longo dos anos.

Os benefícios e riscos da IA remetem a uma polaridade, a opostos complementares tão fundamentados na teoria da complexidade e por isso não se pode considerar somente sua “aplicação” no ensino, mas também os paradoxos que sempre estarão presentes, sejam no desenvolvimento de políticas, seja nos próprios indivíduos envolvidos (docentes e discentes). Nesse sentido, cabe a necessidade de uma visão transdisciplinar sobre a docência e de mudança de paradigma educacional que contemple o pensar complexo.

### **2.3 Atividades decorrentes da pesquisa**

Como ressalta André (2013, p. 97), a pesquisa qualitativa “concebe o conhecimento como um processo socialmente construído pelos sujeitos nas suas interações cotidianas [...], transformando-a e sendo por ela transformados”. Dessa forma, ao longo dos estudos e investigações, foram encontradas algumas experiências escolares e seus sujeitos – educadores e alunos – trabalhando o tema da IA de uma maneira diferente do convencional e que ilustram, em parte, as reflexões que serão sugeridas no decorrer desta dissertação. São elas: a Escola Sesc de Ensino Médio, no Rio de Janeiro, que elaborou um itinerário formativo de Matemática e o Colégio FECAP, em São Paulo, que criou o primeiro curso de ensino médio técnico em IA. As duas experiências foram relatadas no artigo “IA na educação: inovação ou vigilância”, (GONSALES; PIMENTEL, 2021) publicado em livro digital, assim como outras ações relacionadas ao tema da pesquisa puderam ser implementadas, uma vez que me mantive aberta a aspectos novos que surgiram no desenrolar do trabalho.

Ainda que esteja diante de um mestrado acadêmico, não seria coerente com minha própria trajetória se, no período da pesquisa, não houvesse desdobramentos práticos relacionados aos estudos e aprendizados que desenvolvi ao longo desse período. Relato aqui as principais ações que, sem dúvida, contribuíram para a preparação desta dissertação e, ao mesmo tempo, representam e simbolizam potenciais pontes, tão necessárias, entre a academia e a sociedade.

A primeira atividade a mencionar envolveu a elaboração e oferta de duas edições do curso Líder Educação Aberta, dentro de uma consultoria para a UNESCO no Brasil. Voltado a educadores e gestores da Educação Básica, tem o objetivo de formar lideranças capazes de disseminar, da forma mais abrangente possível, conhecimentos e práticas relacionadas à educação aberta, definida como:

Movimento histórico que busca atualizar princípios da educação progressista na cultura digital. Promove a equidade, a inclusão e a qualidade através de práticas pedagógicas abertas apoiadas na liberdade de criar, usar, combinar, alterar e redistribuir recursos educacionais de forma colaborativa. Incorpora tecnologias e formatos abertos, priorizando o software livre. Nesse contexto, prioriza a proteção dos direitos digitais incluindo o acesso à informação, a liberdade de expressão e o direito à privacidade (FURTADO; AMIEL, 2019, p. 8).

Um dos módulos do curso, sobre Inteligência Artificial e Direitos Digitais, elaborei a partir dos estudos acadêmicos realizados durante o mestrado, buscando apresentar de forma didática, para um público leigo, as principais questões contemporâneas envolvendo a história da IA e a atual dadificação (BUZATO, 2018) da vida social e como esses fenômenos se conectam com o cotidiano da educação formal, na perspectiva da educação aberta e dos direitos digitais.

O curso foi concebido como uma estratégia de implementação, em nível local, da Recomendação UNESCO sobre Recursos Educacionais Abertos (REA) (UNESCO, 2019), aprovada na Conferência Geral da UNESCO, em Paris, em 2019, normativa que pontua a promoção da educação aberta <sup>23</sup> pelos estados-membros rumo ao 4º Objetivo <sup>24</sup> do Desenvolvimento Sustentável (ONU, 2020).

Embora o movimento pela educação aberta no Brasil envolva mais de uma década, a compreensão do que significa educação aberta para a elaboração de políticas públicas educacionais ainda é bastante frágil (AMIEL et al. 2018). Acostumados a cursos de aplicabilidade imediata para atender parâmetros oficiais, educadores e gestores educacionais pouco têm a oportunidade de refletir sobre as transformações em curso na cultura digital. Tecnologia na educação, para a maioria das normativas educacionais vigentes, se resume a formas “inovadoras” de ensinar conteúdos, sem problematizar questões envolvidas no ecossistema, ou seja, sem o exercício de leitura da realidade e da conjuntura política, como sempre destacou Paulo Freire (1984).

Outras atividades realizadas e relacionadas ao tema desta pesquisa, consolidadas em materiais de formação que já estão compartilhados e disponíveis para a sociedade:

---

<sup>23</sup> Educação aberta é um movimento histórico que hoje promove a equidade, a inclusão e a qualidade na educação, por meio de práticas pedagógicas apoiadas na liberdade de usar, alterar, combinar e redistribuir recursos educacionais; incorpora tecnologias e formatos abertos, priorizando o *software* livre e a defesa dos direitos digitais. Definição da Iniciativa Educação Aberta disponível em: <https://aberta.org.br>. Acesso em 6 out. 2021

<sup>24</sup> Até 2030, assegurar a educação inclusiva e equitativa e de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos. Mais detalhes em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/4>. Acesso 10 dez. 2021.

- Coautoria no artigo *Educação na contemporaneidade: entre dados e direitos* para o Panorama Setorial da Internet (GONSALES; AMIEL, 2020);
- Relatório *Educação, Dados e Plataformas* (LIMA, 2020): coordenação editorial, o documento traz uma análise descritiva dos termos de uso e políticas de privacidade das plataformas mais utilizadas pelas redes públicas de educação;
- IA na educação e o novo contexto da cultura digital (GONSALES, 2021): autoria no conteúdo do curso gratuito e on-line para educadores na Escola Virtual da Fundação Bradesco;
- Guia *Escola no Mundo Digital* (GONSALES et al., 2020): coautoria em material digital informativo para famílias e educadores sobre proteção de crianças e adolescentes no uso de tecnologias nas escolas tendo como base as legislações vigentes;
- Plataforma Pilares do Futuro: concepção da plataforma, aberta e gratuita, que promove o compartilhamento de boas práticas sobre cidadania digital entre educadores, destacando temas relacionados à inteligência artificial;
- Relatório “Letramentos Digitais e Inclusão Digital no Brasil Contemporâneo” (GONSALES, 2021): autoria de documento que serviu de base para *workshop* acadêmico organizado pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e Universidade de Bristol, do Reino Unido, em julho de 2021;
- *IA na educação: inovação ou vigilância* (GONSALES; PIMENTEL, 2021) coautoria de artigo para o livro *Privacidade e Proteção de Dados de Crianças e Adolescentes*, ITS-Rio e Obliq, 2021;
- *IA na educação: da programação à alfabetização em dados*: coautoria de artigo com Dora Kaufman, aprovado para publicação na Revista ETD Temática Digital;
- Leitora crítica de duas publicações do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID, 2021): Guia para proteção de dados de estudantes na América Latina<sup>25</sup> e Recomendações para políticas de governança para proteção de dados de estudantes<sup>26</sup>.

Participei, ainda, como pesquisadora e colíder da Iniciativa Educação Aberta<sup>27</sup>, da construção do Observatório Educação Viglada (CRUZ; VENTURINI, 2020), uma ação em parceria com dois núcleos de pesquisa acadêmicos, na Universidade Federal do Pará, que chama a atenção para a exposição da educação pública brasileira ao capitalismo de vigilância e à falta

<sup>25</sup> Link para a publicação: <http://dx.doi.org/10.18235/0003652>. Acesso em 1 dez. 2021.

<sup>26</sup> Link para a publicação: <http://dx.doi.org/10.18235/0003675>. Acesso em 1 dez. 2021.

<sup>27</sup> Grupo de pesquisa CNPQ na Universidade de Brasília que envolve a Cátedra UNESCO em EaD e o Instituto Educadigital. Disponível em: <https://www.aberta.org.br>. Acesso em 6 out.2021.

de regulação de alianças entre empresas e secretarias de educação para o fornecimento de serviços de tecnologia, comprometendo a proteção de dados pessoais e dados “estratégicos”<sup>28</sup>. Com esse projeto, me aproximo ainda mais do tema que muito me motiva hoje que é o da Inteligência Artificial e seus impactos sociais na educação.

## 2.4 Organização da dissertação

Além da parte inicial composta por introdução e *design* da pesquisa (capítulos 1 e 2), esta dissertação está estruturada em mais quatro capítulos. No capítulo 3, abordo a multidimensionalidade da IA como campo de conhecimento, elencando os principais termos e conceitos em evidência, origens e seus impactos na sociedade. A opção foi destacar personalidades marcantes na história da IA considerando o perfil de leitores (educadores) que busco alcançar. Nesse capítulo, abordo igualmente efeitos e impactos advindos da IA que repercutem em análises críticas de diversos autores da atualidade.

No capítulo seguinte, 4, enfatizo as possibilidades de inter-relação da IA com a educação, destacando pesquisas, *frameworks*, aplicações frequentemente indicadas. Além disso, acrescento um levantamento crítico dos documentos que atualmente regem as políticas educacionais brasileiras, e os principais relatórios internacionais sobre IA e educação.

No capítulo 5, descrevo as relevantes contribuições teóricas sobre complexidade e educação, o trajeto histórico da educação com tecnologias até os dias de hoje, comentando as lacunas dos orientadores curriculares oficiais, além dos problemas e riscos da IA evidenciados pela pandemia.

Na sequência, no capítulo 6 discuto, analiso e reflito sobre a conexão entre IA e educação, ressaltando a urgência de agregar o pensamento complexo. Adicionalmente, pontuo alguns dos desafios para a gestão educacional e a formação docente, sugerindo um campo de investigação a ser desbravado.

Nas considerações finais, apresento os resultados das hipóteses desta dissertação considerando o descompasso nas políticas educacionais relativo à tecnologia e cultura digital na contemporaneidade.

---

<sup>28</sup> Por dados estratégicos, entende-se o que não é dado pessoal e sim referente a um setor de produção, como pesquisa, desenvolvimento científico, avaliação educacional, dentre outros.

### 3. A MULTIDIMENSIONALIDADE DA IA

*A mente controla as máquinas cada vez mais performantes que criou. Mas a lógica dessas máquinas artificiais controla cada vez mais o espírito dos cientistas, sociólogos, políticos e, mais amplamente, todos aqueles que, obedecendo à soberania do cálculo, ignoram tudo o que não é quantificável, ou seja, os sentimentos, sofrimentos, alegrias dos seres humanos. Essa lógica é assim aplicada ao conhecimento e à administração das sociedades, dissemina-se em todos os setores da vida. A inteligência artificial já está nas mentes de nossos dirigentes, e o nosso sistema de educação favorece a influência dessa lógica sobre nossos próprios espíritos.*

(MORIN, 2012, p. 257)

#### 3.1 Termos e conceitos de um campo em ascensão

Para iniciar este capítulo, organizei alguns dos termos e conceitos mais citados atualmente no campo da IA. Não se trata de um glossário propriamente, mas de uma “porta de entrada” para a temática, um descritivo introdutório que apoia as discussões que virão na sequência. Como podem existir definições outras de autores distintos, para cada um dos itens, a opção foi indicar a respectiva referência utilizada.

**Algoritmos** – sequência de instruções que informa ao computador o que ele deve fazer (DOMINGOS, 2017).

**Inteligência Artificial (IA)** – “a ciência e a engenharia de criar máquinas que tenham funções exercidas pelo cérebro dos animais” (KAUFMAN, 2019, p. 20).

**Big Data** – caracteriza-se pelo uso de uma grande variedade de tipos de dados em grandes volumes, obtidos e processados a grande velocidade por meio de estatística avançada e inteligência artificial. “Com o advento da web 2.0 (a web das pessoas) associada aos dispositivos móveis e à *internet of things*, as clássicas aplicações empresariais foram largamente ultrapassadas em volume de dados” (CAVIQUE, 2014, p. 1).

**Ciência de dados** – em inglês, *data science*, campo de conhecimento multidisciplinar sobre processos e sistemas para transformar dados em informações que atualmente “combina a estatística com *machine learning* e tecnologias de base de dados para responder ao desafio que o *Big Data* apresenta” (CAVIQUE, 2014, p. 1).

**Coding** – “programação” em português, é a construção de algoritmos coerentes e válidos para a resolução de um problema (LOPES; GARCIA, 2002).

**Dados** – conjunto de informações que serão processados por algoritmos. “Dado é o registro do atributo de um ente, objeto ou fenômeno” (GOMES et al., 2019).

**Dadificação ou Dataficação** – significa coleta, manipulação e representação, para “extração de conhecimento”, de volumes astronômicos de dados digitais (*Big Data*) sobre o cotidiano do cidadão (BUZATO, 2018).

**Dataveillance** – em português, “vigilância de dados”, é a prática de monitoramento e coleta de dados e metadados on-line, comunicações e ações dos usuários (DIJCK, 2014).

**Data literacies** – em português, “letramento em dados”, pode ser definida como a habilidade de compreender as práticas sociais baseadas na dadificação. De acordo com a organização Data Pop Alliance (2015, p. 8, apud BUZATO, 2018, p. 85), “o desejo e a habilidade de engajar-se construtivamente na sociedade através de ou a respeito de dados”.

**Learning analytics** – coleta, medição e análise apurada e do uso de grandes quantidades de dados educacionais no intuito de apoiar a tomada de decisões pedagógicas e administrativas (ISOTANI; BITTENCOURT, 2019).

**Machine learning** – subcampo da IA, criado em 1959, que permite aos sistemas maquinais gerarem seu próprio conhecimento extraíndo padrões de dados, ou seja, “aprender” com os dados sem receber instruções explícitas (KAUFMAN, 2021e). Os tipos de aprendizado mais frequentemente utilizados são: a) supervisionado, em que o desenvolvedor fornece o resultado esperado (*output*) para um determinado conjunto de dados de entrada (*inputs*); b) não supervisionado, o desenvolvedor não fornece o output, ou seja, o sistema “aprende” a encontrar padrões nos dados e agrupá-los por similaridades sem direcionamento (segmentação de cliente, por exemplo) (KAUFMAN, 2019).

A técnica de aprendizado de máquina habilitada a lidar com a complexidade do mundo real e, conseqüentemente permeia a maior parte das implementações atuais de IA, é denominada de “redes neurais de aprendizado profundo” (*deep learning neural networks – DLNNs*) por sua inspiração no funcionamento do cérebro biológico. Essa técnica tem apresentado resultados positivos na execução de múltiplas tarefas, como no processamento de linguagem natural (converge os campos da linguística, ciência da computação e IA com foco nas interações entre máquinas e linguagem humana) e no reconhecimento de imagem (capacidade de um sistema de identificar objetos, pessoas, lugares em imagens) (KAUFMAN, 2019).

### 3.2 Origens: pensadores cientistas e cientistas pensadores

Embora não sejam conceitos novos, “inteligência artificial”, “ciência de dados”, “algoritmos” são frequentemente mencionados quando o assunto é tecnologia digital, não somente em educação, mas em praticamente todos os campos de conhecimento. O que antes ficava restrito aos filmes de ficção, centros de pesquisas ou empresas de tecnologia agora avança no cotidiano do cidadão comum. Durante a pandemia da Covid-19, por exemplo, a IA tem contribuído por meio de algoritmos treinados para entender os dados e realizar previsões como a probabilidade de contaminação, atenuar o alastramento do vírus e também no desenvolvimento de vacinas (KAUFMAN, 2020).

Para compreender melhor esse cenário no qual, em geral, desconhecemos a presença da IA porque está inserida nos dispositivos e demais tecnologias – aplicativos de transporte, assinatura de filmes on-line, redes sociais digitais, comércio eletrônico, só para citar alguns exemplos – é importante entender sua origem e seu histórico. Se hoje está em evidência, isso se deve, em parte, à gigantesca disponibilidade de dados gerados por uma sociedade hiperconectada, o *Big Data*. O termo é utilizado para nomear conjuntos de dados diversificados e abrangentes que necessitam de sistemas especialmente preparados (algoritmos de IA) para encontrar, analisar e aproveitar as informações geradas, ou seja, extrair informações úteis dos dados.

Outro fator responsável pelos resultados positivos da IA a partir da década de 2010 é a maior capacidade de processamento dos computadores, particularmente o advento das GPUs (*Graphics Processing Units*) (KAUFMAN, 2019).

O campo de conhecimento da IA foi inaugurado, formalmente, em 1956, em uma conferência de cientistas da computação nos Estados Unidos, contudo, ao longo da história, pensadores e filósofos elucubraram sobre a possibilidade de uma inteligência não humana capaz de reproduzir o comportamento humano. Aristóteles, à luz de seu tempo, já dizia que objetos e ferramentas cotidianas deveriam ter mecanismos autônomos para que não fosse mais necessário haver escravidão (BARNES, 1995).

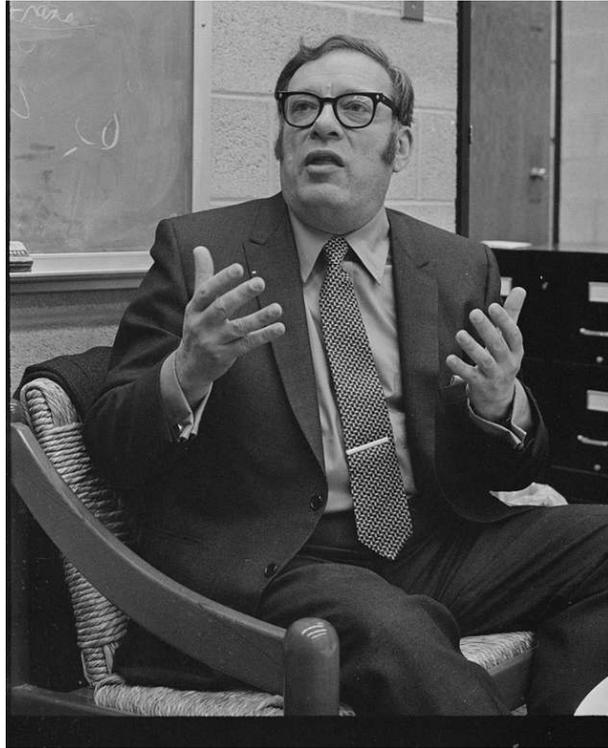
Há quem atribua ao multiartista renascentista Leonardo da Vinci e seus inúmeros talentos o título de precursor da automação por ter projetado, por volta do ano 1500, o que se acredita ser o primeiro robô humanoide, um cavaleiro mecânico com corpo de armadura que, aparentemente, seria capaz de fazer movimentos similares aos humanos, como sentar-se, mover os braços, pescoço e maxilar (RUSSELL; NORVIG, 2010; FERREIRA, 2018). Outro clássico

nessa analogia é a história de Frankenstein, clássico de Mary Shelley, e seu monstro “robô”, androide, construído com “peças” orgânicas.

Russell e Norvig (2010) apresentam no livro *Artificial Intelligence – a modern approach* um histórico de experiências de automação realizada por diversos cientistas ao longo dos séculos:

A primeira máquina de calcular conhecida foi construída em torno de 1623 pelo cientista alemão Wilhelm Schickard (1592-1635), embora a Pascaline, construída em 1642 por Blaise Pascal (1623-1662), seja mais famosa. Pascal escreveu que “a máquina aritmética produz efeitos que parecem mais próximos ao pensamento que todas as ações dos animais”. Gottfried Wilhelm Leibnitz (1646-1716) construiu um dispositivo mecânico destinado a efetuar operações sobre conceitos, e não sobre números, mas seu escopo era bastante limitado. Leibnitz superou Pascal através da construção de uma calculadora que podia somar, subtrair, multiplicar e extrair raízes, enquanto a Pascaline só podia adicionar e subtrair. Alguns especularam que as máquinas não poderiam fazer apenas cálculos, mas realmente ser capazes de pensar e agir por conta própria (RUSSEL; NOVIC, 2010 p. 5, tradução livre).

Em 1940, o bioquímico russo Isaac Asimov (figura 2), cujo centenário de nascimento foi celebrado em 2020, escreveu histórias sobre a integração cérebro-máquina, que foram adaptadas ao cinema na última década do século XX e nas primeiras décadas do século XXI (CAVALCANTI, 2020), provocando uma visão fantasiosa por parte das pessoas em relação à IA. Diversos livros, filmes e desenhos animados aguçam nossa curiosidade sobre a interação entre humanos e robôs: robôs que auxiliam as tarefas domésticas, robôs companheiros, ciborgues, máquina dotadas de sensibilidade e até aqueles robôs que ameaçam a existência humana.



**Figura 2:** Isaac Asimov. Crédito: Boston Public Library, domínio público:  
<https://picryl.com/media/isaac-asimov-13d58f>

A questão central que mobiliza o imaginário quando se pensa em IA é a seguinte: as máquinas irão dominar o ser humano ou o ser humano irá dominar as máquinas? Essa pergunta não requer uma resposta, ela apenas instiga a reflexão e o debate, gerando previsões sobre o futuro da interação homem-máquina, que vem desde os estudos da cibernética (WIENER, 1950). No entanto, as narrativas das obras culturais sobre IA, especialmente os filmes, são mera ficção, pois não existem evidências científicas de que tais cenários vão ou não se concretizar. O filme *Inteligência Artificial* (2001), por exemplo, mostra a interação humano-máquina, apresentando um humanoide programado para ter sentimentos. Outras narrativas de robôs dotados de inteligência que subjagam a humanidade podem ser encontradas em filmes como *2001: Uma Odisseia no Espaço* (1968), *Matrix* (1999) e o *Exterminador do Futuro* (1984).

Imaginar robôs com sentimentos ou que despertem sentimentos, como o amor, é retratado no filme *Ela* (2013), sobre um escritor solitário que compra um sistema operacional dotado de IA, com voz feminina, e se apaixona por “Ela”.

Para compreender melhor a IA no plano científico e refletir sobre as possibilidades da IA na educação, é fundamental referenciar Alan Turing (figura 3), cientista inglês, reconhecido por articular uma série de questões no artigo seminal *Computer Machinery and Intelligence* (TURING, 1950) – contendo o “jogo de imitação” ou “teste de Turing” dependendo da

abordagem – em torno da pergunta-chave “Pode uma máquina pensar?”. Ao longo de setenta anos, o artigo gerou inúmeras interpretações sobre a verdadeira intenção de Turing, variando desde se era um experimento científico para decidir pela inteligência de máquina ou se era apenas um experimento mental (hipótese científica sobre a natureza da mente humana). O artigo influenciou os fundamentos dos campos da ciência cognitiva e da inteligência artificial (IA) (GONÇALVES, 2021). Sua história pessoal, afetada por preconceitos da sociedade inglesa à época, foi retratada no filme *O Jogo da Imitação* (2014), ganhador de vários Oscars.



**Figura 3:** Alan Turing. Fonte: Wikipedia CC BY-SA

[https://pt.wikipedia.org/wiki/Alan\\_Turing#/media/Ficheiro:Alan\\_Turing\\_Aged\\_16.jpg](https://pt.wikipedia.org/wiki/Alan_Turing#/media/Ficheiro:Alan_Turing_Aged_16.jpg)

Foi somente em 2009, 55 anos após sua morte, que o governo do Reino Unido pediu publicamente desculpas pelo tratamento desumano que foi dado ao cientista, graças a uma mobilização popular liderada por cientistas e ativistas<sup>29</sup>. Em 2021, sua imagem foi estampada nas cédulas de 50 libra<sup>30</sup>. Petraglia et al. (2020) pontuam a complexidade e transdisciplinaridade presentes em Turing:

<sup>29</sup> Matéria da BBC sobre o pedido de desculpas. Disponível em: [https://www.bbc.com/portuguese/noticias/2009/09/090911\\_turingbrowng](https://www.bbc.com/portuguese/noticias/2009/09/090911_turingbrowng). Acesso em 2 dez. 2021.

<sup>30</sup> Matéria da CNN Brasil sobre o lançamento da cédula. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/business/boe-lanca-nota-de-50-libras-para-homenagear-alan-turing-heroi-da-segunda-guerra/>. Acesso em 2 dez. 2021.

É também objetivo dessa reflexão, reconhecer e demonstrar o potencial de homo sapiens-demens (sapiência e loucura) de Turing, como nos ensina Morin, em sua obra acerca da relação intrínseca entre Educação e Pensamento complexo. Aqui emergem objetividade e subjetividade do cientista, cuja complexidade se expressa em sua vida e obra, ora de maneira lógica, técnica, científica, ora de maneira desmedida e dramática, próprias do homo complexus. [...] Alan Turing saboreou as dores, angústias e alegrias contraditórias de ser, viver, saber, sentir e teve com a Terra-Pátria compromisso de respeito e amor, contrário ao que recebeu (PETRAGLIA et al., 2020, p. 598-607).

Em 1956, o termo “inteligência artificial” foi cunhado pelo cientista norte-americano John McCarthy (1955) ao convidar para uma conferência de verão de 8 semanas, no Dartmouth College, nos EUA, um grupo de 10 pesquisadores (RUSSELL; NORVIG, 2010). Embora o primeiro modelo de um neurônio artificial tenha sido proposto em artigo científico publicado na década anterior (McCULLOCH; PITTS, 1943), o evento liderado por McCarthy deu impulso ao desenvolvimento formal de um campo de estudo que viria a se consolidar.



**Figura 4:** participantes da conferência de Dartmouth. Fonte: reprodução Scienceabc: <https://tinyurl.com/conferencistasDartmouth>

Três anos depois da conferência de Dartmouth, Arthur Lee Samuel cunhou o termo *machine learning* (aprendizado de máquina), inaugurando um subcampo da IA, para designar a capacidade de computadores aprenderem a reconhecer e reproduzir padrões a partir da exposição a um grande número de amostras, sem ser explicitamente programado (STANFORD

UNIVERSITY, 2017). As pesquisas em IA que se seguiram ao longo dos anos pós-Dartmouth não tiveram grandes êxitos, o que ficou conhecido como *AI winter* (inverno da IA) (KAUFMAN, 2019), reforçado, em 1969, pela publicação do livro *Perceptrons: an introduction to computational geometry* de dois renomados cientistas, Marvin Minsky e Seymour Papert, apontando diversas limitações metodológicas e tecnológicas aos estudos da época sobre redes neurais artificiais (RUSSEL; NORVIG, 2010; FERNEDA, 2006).

Nos anos 80, um grupo de pesquisadores liderados por Geoffrey Hinton, Yoshua Bengio e Yann LeCun (METZ, 2019) começaram a mudar a previsão dos tempos abrindo caminho para a “primavera da IA”. Os pesquisadores propuseram a técnica de aprendizado de máquina – redes neurais de aprendizado profundo – que introduz representações complexas expressas em termos de outras representações mais simples organizadas em diversas camadas. Essa estrutura codifica uma função matemática que mapeia conjuntos de valores de entrada (*inputs*) para valores de saída (*output*) e tem apresentado resultados positivos em várias áreas, particularmente em visão computacional, reconhecimento de voz e imagem (GOODFELLOW et al., 2016). Os três pesquisadores receberam, em 2018, o Prêmio Turing<sup>31</sup>, considerado o Prêmio Nobel da Computação.

A partir de 2012, essa técnica de IA alcançou seu auge com o avançar da técnica de aprendizado profundo de redes neurais (*deep learning*), como descrevem Gonsales e Kaufman:

Sua proeminência atual ocorre em virtude de dois fatores principais. O primeiro está diretamente ligado aos resultados positivos da técnica de aprendizado de máquina (*machine learning*) denominada "redes neurais profundas" (*deep learning*). O segundo fator envolve duas variáveis: a) a gigantesca disponibilidade de dados digitais, o *Big Data*, termo utilizado para nomear conjuntos de dados não estruturados (imagens, textos, transações, geolocalização, dentre outros) que necessitam de sistemas de IA (algoritmos de IA) para encontrar, analisar e aproveitar as informações geradas nas interações com os meios e/ou dispositivos digitais; e b) a maior capacidade de processamento dos computadores, particularmente o advento das GPUs (*Graphics Processing Units*) (GONSALES; KAUFMAN, 2021, no prelo).

Na atualidade, a IA se desenvolve intensamente em virtude do processamento de grandes quantidades de dados (*Big Data*), de forma que consiga perceber e assimilar novas informações (criando padrões) e fazer previsões.

A IA atende ao que se convencionou chamar de 4ª Revolução Industrial (RIBEIRO; ABREU, 2021):

---

<sup>31</sup> Vencedores do Prêmio Turing desde 1996. Disponível em: <https://amturing.acm.org/byyear.cfm>. Acesso em 2 fev. 2022.

- **1ª Revolução:** Mecanização dos processos de produção  
Migração do processo de produção artesanal para a industrialização, através de inovações como a máquina a vapor e têxtil;
- **2ª Revolução:** Modernização  
Integração da eletricidade e modernização de equipamentos;
- **3ª Revolução:** Informacional digital  
Trouxe a tecnologia da informação, as telecomunicações e a indústria de eletrônicos;
- **4ª Revolução:** IA baseada em dados e internet das coisas (IoT)  
Objetiva a automação a partir da integração de máquinas nos processos digitais e exploração dos dados.

A IA identifica sentido frente aos dados disponíveis, sejam eles estruturados ou não, construindo conhecimentos, identificando padrões e correlações entre dados, e gerando previsões. A maioria dos dados disponíveis para que a IA possa identificar sentido são os chamados dados não estruturados, ou seja, ao contrário dos dados estruturados que são organizados em bancos de dados, não possuem estrutura definida, mas sim variável. Um exemplo seria o caso dos textos disponibilizados na web, especialmente pelas redes sociais: não se pode categorizar com precisão cada palavra de um texto e relacioná-la com seu contexto, com quem escreveu e em qual momento.

Ao lidar com uma quantidade enorme de textos e imagens não estruturados publicados em redes sociais, a IA funciona estabelecendo correlações entre os textos e as imagens, extraíndo sentido, ou seja, transformando em informação útil. Um Sistema de IA que precisa aprender a prever o clima de uma região utilizará a maior quantidade possível de dados sobre a umidade, a temperatura, a velocidade e origem dos ventos, a frequência de chuvas e demais informações que possam ser relevantes sobre o local analisado. É a partir do cruzamento e análise dessa grande quantidade de dados que os algoritmos “aprendem” sobre os padrões da região e fornecem previsões mais assertivas sobre o tempo.

Como explica Kaufman (2019, p. 25), “o atual crescimento exponencial dos dados inviabiliza o uso da tradicional programação computacional”, ou seja, uma rede social ou um sistema de *e-commerce* não seria capaz de construir um código que consiga identificar as preferências e hábitos de seus clientes/usuários para poder disponibilizar produtos ou

informações. As redes sociais são personalizadas de acordo com as características das buscas e interações, organizadas pelos algoritmos de IA. Ao postar em uma rede social, o usuário não tem ideia, por exemplo, de quanto tempo a postagem fica visível, a quem ela alcança, pois as decisões são algorítmicas.

A coleta de dados, no entanto, não é recente: informações têm sido armazenadas bem antes de ao menos existir um computador. A evolução tecnológica e científica dos últimos tempos aumentou a quantidade e velocidade em que são criados novos dados, abrindo maiores possibilidades de exploração da informação e gerando modelos de negócio baseados em dados (*data-driven models*), configurando a chamada “Economia de Dados” ou “Capitalismo de Dados”.

Como relatou Lee (2019), parte da lógica da técnica *deep learning* pode ser vista no documentário *AlphaGo*<sup>32</sup>, que mostra como o campeão sul-coreano do jogo de tabuleiro, Lee Sedol, foi derrotado pelo Sistema de IA AlphaGo criado pela empresa inglesa DeepMind. Depois de ter sido treinado com uma infinidade de possibilidades táticas de jogo, o sistema foi capaz de “aprender”, por meio de tentativa e erro, a executar a tarefa do jogo inclusive propondo lances inéditos. O episódio, como descreve Lee (2019) foi marcante para o reconhecimento do investimento estratégico em IA pelo governo chinês.

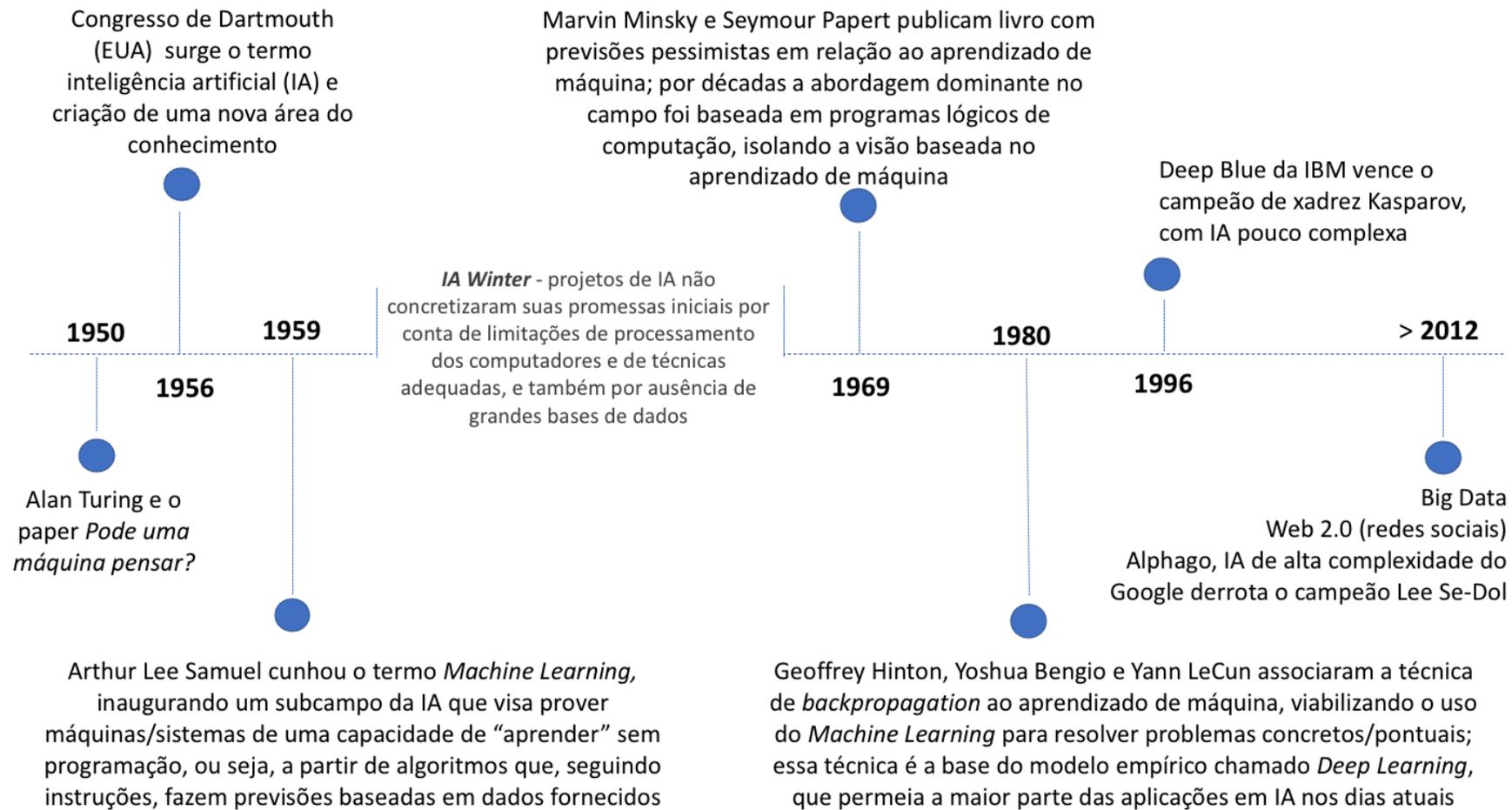
O imaginário da máquina artificial está fortemente presente na obra de Morin que assume proposital postura contraditória, ora atribuindo às máquinas o “subdesenvolvimento psíquico e moral da civilização”, ora exaltando a “libertação de tarefas enfadonhas e rotineiras” que elas trazem (MORIN, 2005, p. 219-246 apud OLIVEIRA, 2019, p. 143). Apesar de Morin considerar seres vivos e máquinas artificiais como “seres-máquinas”, o autor posiciona os seres vivos como “máquinas não triviais”, ou seja, longe de determinismos que caracterizam as máquinas artificiais, atuam a partir de processos criativos e auto-organizados:

A máquina trivial é a máquina totalmente determinada, você coloca o programa e você tem o resultado, você faz o *input*, você tem *output*. No entanto, a máquina vivente, não apenas a humana, mas a viva, é inesperada, reações inesperadas podem acontecer, e, digamos, tudo o que é notadamente criativo é não trivial, também na evolução, na humanidade, nas artes etc. Então eu utilizo a máquina como um tema de ligação, mas não uma palavra redutora. É uma palavra que estabelece conexões, mas não é uma palavra que vai tudo explicar (MORIN, 2018, apud OLIVEIRA, 2019, p. 144)

O quadro 1 traz a linha do tempo dos principais marcos da IA a partir da publicação do *paper* de Alan Turing em 1950:

---

<sup>32</sup> Disponível no serviço de streaming de filmes Netflix.



**Quadro 1** – alguns dos principais eventos relacionados à evolução do campo de estudo da IA. Elaboração minha.

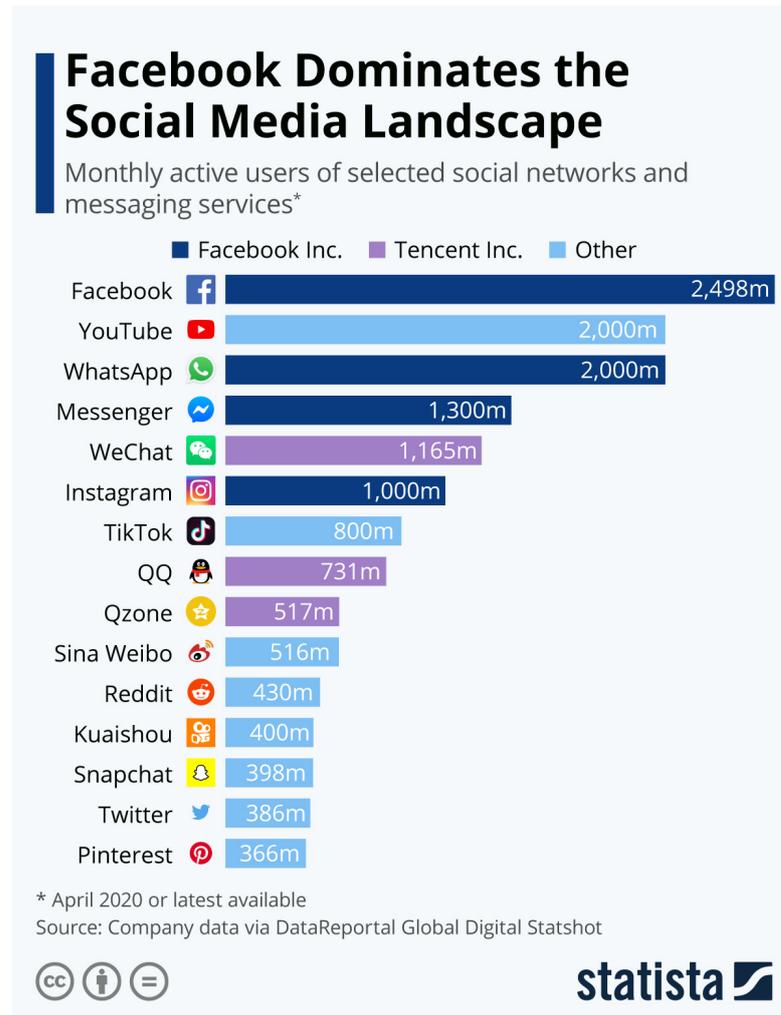
### 3.3 Repercussões sociais

Nos últimos anos, como um campo de conhecimento próprio, a IA tem cada vez mais gerado impactos e estabelecido relações com diversos outros campos, por isso a necessidade de compreender seu caráter multidimensional. Algumas obras recentes descrevem o atual estágio de desenvolvimento da tecnologia, ressaltando as repercussões e os desdobramentos na sociedade. Autores como Nick Bostrom (2018), Yuval Harari (2018), Dora Kaufman (2019), Adriano Mussa (2020), Kai-Fu Lee (2020), Cathy O’Neil (2020), Shoshana Zuboff (2019) e Kate Crawford (2021) abordam, cada um a seu modo, questões diversas advindas do crescente protagonismo da IA, suas problematizações, benefícios e consequências.

Se o início dos anos 2000 foi fortemente marcado pelas *lan houses*, telecentros, bate-papos on-line, e as primeiras redes sociais como o Orkut, ao final dessa década, o fenômeno dos *smartphones* trouxe a possibilidade de internet móvel, e o aparecimento das mídias sociais – Facebook, Twitter, Youtube – que atualmente dominam o cenário social e econômico a partir de modelos de negócio baseados em IA. O "navegar" na internet deixou de ser ação específica, passando a ser incorporada em praticamente todas as ações. Como destacou Porto:

As telas dos aparelhos transmitem espectros virtuais: que representam nossa personalidade, mediam encontros, incentivam e elaboram experiências sociais, não sendo preciso estar fisicamente presente em algum local determinado. Por meio da mediação tecnológica, os corpos tornam-se ubíquos. Através da telepresença, conquista-se o artifício do sistema tecnológico contemporâneo, que desloca nossa existência em tempo real, para qualquer lugar no espaço, na medida em que despreza a materialidade humana e concentra-se em informatizar plataformas digitais com nossos dados (PORTO, 2018).

O gráfico da plataforma Statista, de abril de 2020 (figura 5), mostra o número de usuários conectados às redes sociais mais populares do mundo, destacando por cores as que pertencem à mesma empresa:



**Figura 5:** Facebook domina o panorama de mídias sociais. Disponível em: <https://www.statista.com/chart/5194/active-users-of-social-networks-and-messaging-services/>. Acesso em 10 out. 2021

As tecnologias digitais hoje dependem do processamento de uma grande quantidade de dados para funcionar. Ao mesmo tempo, como em um fluxo de retroalimentação, geram uma nova enorme quantidade de dados que vão aprimorando o produto (aplicativo, rede social, dentre outros) de forma contínua. Frischman e Solinger (2018) observam o estabelecimento de um círculo virtuoso: interações sociais geram dados, dados aprimoram os sistemas tecnológicos, e sistemas tecnológicos aprimoram as interações sociais. Os autores cunharam a expressão “ambiente tecno-social inteligente” para designar o impacto que a engenharia tecno-social está tendo sobre a sociabilidade.

Em um mesmo intervalo de tempo, a pessoa pode pedir ao assistente virtual do celular que responde a comandos de voz para traçar o caminho mais rápido, pode também fazer uma videoconferência com um interlocutor distante e pode, ainda, postar em uma rede social. Para que todas essas ações ocorram, o aparelho de celular utiliza uma tecnologia embutida construída

a partir da análise de dados, isto é, uma tecnologia baseada em IA. A todo momento, a pessoa gera uma infinidade de novos dados sobre si: onde estava; para onde ia e por qual caminho; com quem falou, em qual horário e por quanto tempo; qual aplicativo usou; que palavras utilizou na postagem na rede social, dentre outras informações.

No livro *Big Tech* (2018), o pesquisador bielo-russo Evgeny Morozov critica a dinâmica do “solucionismo digital” imposta pelas *Big Techs* do Vale do Silício, isto é, a ideia de que a tecnologia pode resolver todos os problemas sociais. Segundo ele, o Vale do Silício promete mais liberdade, mas entrega mais controle, uma vez que as redes automaticamente organizam um leilão de anúncios a partir das buscas realizadas e “vendem” ansiedades e inseguranças de seus usuários. “Continuamos a considerar os dados como se fossem uma mercadoria mágica e especial que, sozinha, poderia defender-se contra qualquer gênio maligno que ousasse explorá-la” (MOROZOV, 2018, p. 28).

O autor faz uma comparação dizendo que quando surgem críticas, por exemplo, aos altos índices de gordura ou sal nos produtos das grandes indústrias alimentícias para aumentar o consumo, raramente se associa tais críticas a um posicionamento “contra a Ciência”. No entanto, se o foco das críticas são as redes sociais que projetam seus produtos e serviços para estimular a ansiedade das pessoas, é bastante comum ouvir adjetivos como a pessoa ser “tecnofóbica” e opositora do progresso. Como pontua o autor, é possível ser a favor da tecnologia e ao mesmo tempo criticar as grandes corporações.

Uma das principais referências em educação midiática, David Buckingham já falava, em 2012, em “ideologia californiana”, no intuito de alertar para “uma espécie de libertarianismo cibernético populista que afirma que, de algum modo, as pessoas comuns ganharão poder por meio da tecnologia e que as mídias digitais serão inerentemente emancipadoras e contraculturais” (BUCKINGHAN, 2012, p. 25 apud CRUZ JUNIOR, 2020).

A pesquisadora e professora da *Harvard Business School*, Shoshana Zuboff (2019), cunhou o termo “capitalismo de vigilância” em seu livro de 705 páginas, *The Age of Surveillance Capitalism*, lançado e traduzido para o português em 2021, *A Era do Capitalismo de Vigilância*. Desde então, a expressão tem sido largamente citada por diversos especialistas e pesquisadores na área (CRUZ et al., 2019; EVANGELISTA, 2018, 2021). A ideia central da obra é mostrar a ascensão de uma indústria digital que não apenas extrai dados para vender previsões de comportamento aos anunciantes como necessita que seus prognósticos sejam precisos, o que leva a provocar e induzir condutas humanas. Como pontua a autora em entrevista à edição brasileira do *Le Monde Diplomatique*:

A lógica de acumulação que garantiria o sucesso do Google aparece claramente em uma patente registrada em 2003 por três dos melhores cientistas da computação da empresa, intitulada “Gerar informações do usuário para publicidade direcionada” [...] o Google não se contentaria mais em extrair dados comportamentais para melhorar seus serviços. Ele passaria a ler o pensamento dos usuários a fim de fazer os anúncios corresponderem aos seus interesses, que, por sua vez, seriam deduzidos dos traços colaterais do comportamento on-line (ZUBOFF, 2019).

A consolidação desse novo mercado, segundo a autora, foi a entrada do Google na Bolsa em 2004. “O capitalismo de vigilância rapidamente se estabeleceu como modelo do capitalismo de informação na web, atraindo pouco a pouco concorrentes de todos os setores” (ZUBOFF, 2019).

Hoje, sabe-se que esse modelo não é limitado a propagandas de bem de consumo, mas repercute no campo da política, como ocorreu com a *Cambridge Analytica* (INGRAM; HENDERSON, 2018) que coletou dados de 86 milhões de norte-americanos por conta de um teste de personalidade grátis no Facebook, o que teria, supostamente, beneficiado as campanhas de Trump e do Brexit, como mostrou o documentário *The Great Hack* (2019). Essa visão, contudo, é polêmica e enfaticamente contestada no livro *The Network Propaganda* (BENKLER et al., 2018), com os resultados de extensa e minuciosa pesquisa sobre as eleições americanas de 2016, de autoria de Yochai Benkler (Harvard University), Robert Faris e Hal Roberts, e também no livro *Discriminating Data: Correlation, Neighborhoods, and the New Politics of Recognition* (CHUN, 2021).

Um dos mais expoentes teóricos nos estudos da cibercultura, sempre com olhar progressista e esperançoso sobre as “tecnologias da inteligência” e a “inteligência coletiva”, o filósofo francês Pierre Lévy começou recentemente a levantar preocupações sobre o cenário atual. Em entrevista ao jornal Valor Econômico (2020) e ao El País (2021), Lévy compara as *Big Techs* e suas plataformas ao poder de um estado-nação. Empresas como Google, Apple, Facebook e Amazon hoje influenciam a vida de bilhões de pessoas, com capacidade de manipular vontades e votos e, com isso, se constituem em “estados-plataformas”, avançando em áreas e funções estatais tradicionais. Ele ressalta que, “atualmente, 60% dos habitantes estão conectados à rede, onde, afora as informações, proliferam fanatismos, pedofilia e outras mazelas” (LÉVY, 2020).

Trata-se de uma visão que desafia conceitos pré-estabelecidos. Se um estado-nação é entendido como organização político-jurídica de uma sociedade para realizar o bem público/comum, com governo próprio e território determinado, o território virtual, que submete as pessoas a determinadas regras, poderia ser considerado? Há estados-nação, no entanto, bloqueando plataformas inteiras (por exemplo, a China), eles têm uma jurisdição sobre essas

plataformas. Decisões judiciais podem obrigar as plataformas a agir fora da sua regulação e voltar um conteúdo que havia sido retirado, como o caso de uma campanha de prevenção ao câncer de mama, na qual a imagem do seio feminino foi retirada do ar<sup>33</sup>. Para o filósofo, o único remédio possível contra o abuso do “estado-plataforma” é a educação, isto é, o desenvolvimento da leitura crítica para formar pessoas intelectualmente autônomas e conscientes. Cidadãos esclarecidos sobre como se dá a operação dessas plataformas não se entregam à dominação ou ao vício.

O economista francês, professor da Universidade de Sorbonne, na França, Cédric Durand, cunhou o termo “tecnofeudalismo” para caracterizar a ascensão e domínio das plataformas, que estão criando mais controle do que na época da revolução industrial. Ao contrário do proclamado, a tecnologia não estaria gerando progresso humano, mas sim restaurando monopólios, dependência, manipulação política, privilégios:

[...] vivemos em um feudalismo próprio aos tempos modernos, muito distante da liberdade e a equidade prometidas pelas novas tecnologias. Sob o manto de uma retórica de progresso e inovação, esconde-se o mais puro e antigo açoitado da dominação. As novas tecnologias são completamente o contrário do que prometem (DURAND, 2021).

No livro *Technoféodalisme: Critique de l'économie numérique* (2020), Durand defende que o capitalismo se renovou regredindo, instalando-se no “medieval”, mas usando ferramentas “modernas”, gerando formas mais cruéis de dominação e submissão. Para ele:

O mito do Vale do Silício se derrete diante de nós: acumulação escandalosa de lucros, tecnoditadores, desigualdades sociais incabíveis, desemprego crônico, milhões de pobres adicionais e um punhado de tecno-oligarcas que acumulam fortunas jamais vistas. A tão badalada “nova economia” deu lugar a uma economia da dominação e desigualdade (DURAND, 2021).

Como Lévy, Durand também fala de “territórios digitais” para explicar o domínio que as plataformas digitais estabelecem e como isso se aproxima da lógica feudal. À medida que mais serviços surgem, mais dependência elas geram, ou seja, a estratégia das empresas é a conquista desses territórios (obter cada vez mais dados), sem nenhuma concorrência, ideia base do capitalismo. Ele ressalta que não existe solução individual para a situação, embora as pessoas não sejam inocentes. “O desafio consiste em encontrar soluções que passem pela intervenção

---

<sup>33</sup> Exemplo de caso. Disponível em: <https://www.uol.com.br/tilt/colunas/helton-simoes-gomes/2020/12/06/seios-a-mostra-sao-1-caso-do-brasil-avaliado-pela-tribunal-do-facebook.htm>. Acesso em 4 de jun. 2021.

política que submetam o funcionamento dessas plataformas à lógica dos serviços públicos” (DURAND, 2021).

A cientista de dados Cathy O’Neil, que também participou como entrevistada no documentário *The Social Dilemma* (2020) acaba de ter seu livro *Weapons of Math Destruction* (O’NEIL, 2020) traduzido para o português, *Algoritmos de Destruição em Massa*. Nele, discorre sobre a questão do viés algoritmo, ou seja, o quanto as decisões sobre as vidas humanas estão sendo guiadas por modelos matemáticos, algo que, teoricamente, deveria levar a resultados mais justos, mas não é o que de fato tem ocorrido.

Os algoritmos de IA são, inicialmente, desenvolvidos a partir de uma dada intencionalidade, mas depois “aprendem” com os comportamentos humanos on-line. Nesses comportamentos há vieses e preconceitos repercutidos no funcionamento dos algoritmos, gerando diversos problemas para a convivência em sociedade. A pesquisadora exemplifica com algoritmos de avaliação de crédito, de segurança pública, da área jurídica, dentre outras. Uma pessoa negra que more em uma região economicamente menos favorecida, mas capacitada para preencher uma vaga, pode nem fazer parte da seleção, pois já é descartada pelo algoritmo. Vagas de emprego para enfermagem acabam sendo direcionadas apenas para mulheres.

Muitas empresas usam um *score* de crédito no processo de seleção. A pessoa pode não ter um *score* bom no momento porque não tem emprego e, conseqüentemente, não consegue o novo emprego porque o *score* não corresponde ao esperado. A isso, muitas vezes, juntam-se região de moradia, nível socioeconômico, dentre outros fatores que mantêm a pessoa longe das oportunidades de trabalho.

O’Neil relata casos de professores que foram demitidos por conta de sistemas de avaliação que utilizavam um algoritmo que combinava o avanço ou declínio de aprendizagem dos estudantes com o desempenho dos professores. Mais de 200 professores foram demitidos por terem ficado com *score* inferior ao determinado pelo algoritmo. Vários desses professores, no entanto, sempre foram muito bem avaliados pela chefia e pela comunidade de pais. Para a autora, os algoritmos devem ser permanentemente avaliados por seus desenvolvedores e cientistas de dados, para checar se estão cumprindo o propósito para o qual foram criados.

Pesquisador, produtor cultural e *fellow* da Fundação Mozilla, Tarcízio Silva (2020) vem atuando em segurança digital e defesa contra danos algorítmicos na perspectiva de desigualdade racial. Criou uma linha do tempo digital<sup>34</sup> que mostra como o algoritmo das redes sociais pode propagar racismo. No livro *Comunidades, Algoritmos e Ativismos Digitais: olhares*

---

<sup>34</sup> Linha do tempo do racismo algorítmico. Disponível em: <https://tarciziosilva.com.br/blog/destaques/posts/racismo-algoritmico-linha-do-tempo/>. Acesso em 2 fev. 2022.

*afrodiaspóricos* (SILVA, 2020), traz autores brasileiros e de países da Afrodiáspora (Congo, Etiópia, Gana, Nigéria, Colômbia, Estados Unidos e Reino Unido) abordando as relações das tecnologias digitais (algoritmos e redes sociais) com gênero e raça. O sociólogo Trindade (2020), por exemplo, fala da naturalização de discursos racistas no Brasil e como as mídias sociais têm ajudado na propagação:

O número de casos reportados de racismo no Facebook cresceu de 2.038 em 2011 para 11.090 em 2014 (Safernet, 2015). Entre abril e junho de 2016, Pereira et al. (2016) conduziram um mapeamento no Facebook e Twitter que foi capaz de identificar 32.376 menções de cunho racistas, sendo que 97,6% delas eram direcionadas a indivíduos negros. Em 2017, foram registrados 63.698 casos de discursos de ódio no ambiente virtual brasileiro, sendo que entre eles, um terço eram de cunho racistas (Boehm, 2018; Tavares, 2018). Por fim, outro estudo revela que mulheres negras socialmente ascendentes representam 81% das vítimas de discursos racistas no Facebook (Trindade, 2018b) (TRINDADE, 2020, p. 27).

Famoso internacionalmente por sua trilogia, *Sapiens* (2014), *Homo Deus* (2016) e *21 Lições para o Século 21* (2018), o historiador israelense Yuval Noah Harari já vendeu 35 milhões de cópias em 65 idiomas<sup>35</sup>. Esteve no Brasil pela primeira em 2019 proferindo uma série de palestras e entrevistas sobre o que ele considera como os três principais desafios globais: guerra nuclear, mudanças climáticas e inteligência artificial.

Tais desafios, segundo o autor, correspondem a ameaças diretas para a espécie humana e que só poderão ser solucionados de maneira cooperativa entre os diversos países, especialmente aqueles que, como o Brasil, não estão liderando o que ele chama de “disrupção tecnológica”. É exatamente esse o aspecto abordado amplamente em *21 Lições para o Século 21*. O livro se baseia nas ideias exploradas nos dois volumes anteriores (reflexões sobre o passado da humanidade e perspectivas de futuro a partir do desenvolvimento tecnológico) e destaca caminhos para compreender melhor questões políticas, tecnológicas, sociais e existenciais que estão inter-relacionadas e impactam a vida humana em todo o planeta.

Em um capítulo específico, Harari traz alguns alertas para a área de educação. O primeiro deles está relacionado à disseminação do “aprender a programar”, proclamada por educadores e sistemas de ensino como a “nova” alfabetização. Para o historiador isso não é o mais importante, mas sim compreender como a tecnologia funciona e está sendo desenvolvida atualmente, considerando o contexto político, econômico e social. Outro alerta, em total conexão com o pensamento complexo, seria o de abrir espaço para o imprevisível nas práticas educativas, formando mentes flexíveis. E um terceiro enfatiza a promoção do conhecimento de

<sup>35</sup> Dados do site do historiador. Disponível em: <https://www.ynharari.com/about/>. Acesso em 10 fev. 2022

si mesmo, incluindo consciência sobre as próprias fraquezas: “se você quiser manter algum controle sobre sua existência pessoal e o futuro de sua vida, terá de correr mais rápido que os algoritmos [...] e conseguir conhecer a si mesmo melhor do que eles conhecem” (HARARI, 2018, p. 330).

Além disso, as consequências de uma inteligência artificial “enviesada” vão além do perfilamento racial. Por exemplo, a página da Wikipedia "lista de preconceitos cognitivos" em português contém 37 classificações de enviesamento<sup>36</sup>. A mesma página na Wikipédia em inglês contém 179 classificações<sup>37</sup>. Buster Benson colocou 175 classificações em inglês em grupos (o número que existia na época do texto original), criando um guia<sup>38</sup> que facilita qualquer pessoa curiosa para entender melhor o universo do assunto.

Com livro lançado no Brasil em 2021, o pesquisador chinês Yuk Hui apresenta em diversos artigos um novo olhar para a tecnologia por meio do conceito de *Tecnodiversidade*, por meio do qual a tecnologia deve ser entendida como resultante dos aspectos culturais, isto é, de um conjunto de conhecimentos associados a um determinado território. Hui contesta a ideia da tecnologia como fenômeno universal, pois, “nosso cérebro é moldado de acordo com a nossa experiência de aprender uma língua, que sintetiza modos diferentes de pensar” (HUI, 2021).

Segundo o pesquisador, o pensamento tradicional do ocidente sobre a tecnologia, de mero instrumento, vem prevalecendo por conta da histórica da colonização e da globalização. Hui faz uma crítica à ideia difundida de “singularidade” (máquinas cada vez mais inteligentes obtendo primazia sobre a humanidade) e a de “homo deus”, de Yuval Harari, pois para ele trata-se de uma verdade parcial:

Para ser possível indagar sobre o futuro do humano ou do pós-humano, teremos de confrontar, em primeiro lugar, um niilismo do século 21. De outro modo, seremos apenas rebanhos participando de campanhas das empresas de biotecnologia e das editoras de livros (HUI, 2021 s.p.).

Em relação ao documentário *The Social Dilemma* (2020), bastante comentado por mostrar, ainda que em formato de ficção, o grau de dependência das pessoas em relação às redes sociais, Hui destaca que o grande problema que o documentário traz não é a questão da manipulação, mas sim a falta de alternativas:

O problema que vejo hoje é que não somos capazes de prover verdadeiras alternativas. Quando você está cansado do Facebook você muda para outro Facebook, que pode

<sup>36</sup> Disponível em: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Lista\\_de\\_vieses\\_cognitivos](https://pt.wikipedia.org/wiki/Lista_de_vieses_cognitivos). Acesso 4 jun. 2021

<sup>37</sup> Disponível em: [https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_cognitive\\_biases](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_cognitive_biases). Acesso 4 jun. 2021.

<sup>38</sup> Disponível em: <https://betterhumans.pub/cognitive-bias-cheat-sheet-55a472476b18#.2ezsqki3y>. Acesso 4 jun. 2021.

ser diferente apenas em sua política de dados e propriedade, mas você acaba fazendo as mesmas coisas lá e sofre dos mesmos problemas nessas novas plataformas. Criar alternativas faz também parte do que chamo de tecnodiversidade (HUI, 2021, s.p).

Essa situação pode ser claramente visualizada nos oligopólios das redes sociais e aplicativos mais utilizados (vide figura 5). Em 2021, a decisão de mudança da política do WhatsApp, obrigando usuários a aceitarem o compartilhamento de dados com o Facebook foi criticada em diversos países, por usuários e governos. O episódio provocou migração de parte dos usuários<sup>39</sup> aos concorrentes Telegram e Signal, o que levou à empresa a cancelar a medida compulsória.

A falta de conhecimento sobre o que é e como funciona a internet, contudo, é bem significativa no Brasil. Segundo levantamento divulgado no relatório *Internet Health Report*<sup>40</sup> para 55% dos brasileiros, a internet é o Facebook. O índice alto também dessa percepção foi registrado na Nigéria, na Indonésia e na Índia, respectivamente, 65%, 63% e 58%. Nos EUA, o índice foi de apenas 5%.

O mesmo relatório apontou que o Google é responsável por mais de 75% das buscas feitas na internet, e por 95,9% das buscas feitas de smartphones, o que gera vantagem para a empresa conseguir publicidade on-line com base no que as pessoas procuram. Isso significa que as buscas on-line atualizam e “ensinam” os algoritmos de inteligência artificial da *Big Tech*, tornando-a cada vez mais poderosa no cenário.

O advogado, professor e pesquisador Eduardo Magrani, atualmente consultor em privacidade e proteção de dados do governo alemão, foi um dos primeiros autores brasileiros a falar em “filtro bolha”, em seu livro *Democracia conectada* (2014), e a chamar a atenção para a hiperconectividade por meio de dispositivos, *Internet das Coisas* (2018). Mais recentemente, abordou questões éticas envolvendo a inteligência artificial no livro *Entre dados e robôs* (2019), destacando duas visões antagônicas para compreender o campo ético da IA: utilitarismo e deontologia.

A visão utilitarista ressalta o quanto de prazer e bem-estar uma dada ação proporciona ao indivíduo e não se a ação agiu de acordo com certos princípios ou regras. O foco está nas consequências das ações, ou seja, se a quantidade de benefícios gerados para a maioria das pessoas for maior do que a quantidade de malefícios, é possível falar em resultado positivo.

---

<sup>39</sup> Matéria do The Guardian sobre o ocorrido. Disponível em: <https://www.theguardian.com/technology/2021/jan/24/whatsapp-loses-millions-of-users-after-terms-update>. Acesso em 15 out. 2021

<sup>40</sup> Relatório disponível em: <https://internethealthreport.org/v01/>. Acesso em 2 fev. 2022.

Já a visão deontológica, por sua vez, pontua que existem direitos e deveres a serem observados e cumpridos, independentemente das consequências. O foco é no agente da ação e não nas consequências. “A deontologia enquadra-se no domínio das teorias morais que orientam e avaliam o que devemos fazer, [...] julgam a moralidade das escolhas individualmente, por um parâmetro não orientado pelos resultados” (MAGRANI, 2018, p. 93). É por meio da visão deontológica que se pode pensar em princípios éticos fundamentais para regular o desenvolvimento e utilização da inteligência artificial, entendendo o ser humano como um fim em si mesmo, de forma a não prejudicar determinados grupos ou indivíduos.

### 3.4 Impactos ambientais

Outro aspecto da IA pouco conhecido remete à questão ambiental, bem ilustrada no episódio *Nuvem*<sup>41</sup>, na série *Connected* (2020), que explora as inúmeras conexões entre os seres humanos e a natureza. O que chamamos de “nuvem”, na verdade são estruturas físicas bastante robustas que usam energia e emitem dióxido de carbono na atmosfera: cabos submarinos e *data centers* gigantescos para que o processo de transmissão de dados – voz, imagens, mensagens etc. – mediado por computadores aconteça. Ao destacar a materialidade do digital, André Lemos (2021) nos diz:

A “nuvem” nada mais é do que uma metáfora de localização dos dados que estão materialmente sendo tratados e distribuídos [...] usando energias fósseis, como carvão e petróleo, apesar dos esforços atuais de algumas empresas para neutralizarem suas pegadas de carbono. Fala-se que o dado é o novo petróleo como metáfora, mas, de fato, o dado é ainda petróleo e carvão (LEMOS, 2021, p. 71).

O controle da emissão de carbono na atmosfera foi, inclusive, tema da edição 2021 da Conferência das Nações Unidas sobre mudanças climáticas, a COP 26 na qual líderes mundiais se comprometeram<sup>42</sup> com esforços em prol da redução da temperatura da Terra em 1,5 graus Celsius. Ao mesmo tempo em que a IA é apontada como potencial reguladora para melhor uso de energia ou para prever desastres naturais antes que eles ocorram, há que se considerar, também que as técnicas de “treinamento” e o ajuste de modelos de IA produzem emissões de carbono que prejudicam o meio ambiente, como pontuado pela coordenadora do AI Lab da Universidade de Bonn, na Alemanha, Aimee van Wynsberghe, em palestra na conferência<sup>43</sup>.

<sup>41</sup> Disponível no serviço de *streaming* de filmes, Netflix.

<sup>42</sup> Press-release da ONU sobre os resultados do evento. Disponível em: <https://unfccc.int/news/cop26-reaches-consensus-on-key-actions-to-address-climate-change>. Acesso em 20 dez. 2021.

<sup>43</sup> Palestra disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=H192RKe7EFQ>. Acesso em 20 dez. 2021

Em seu livro *Atlas of AI* (2021), a pesquisadora norte-americana Kate Crawford traz para o contexto físico, elencando práticas ambientais destrutivas para obtenção do lítio, elemento essencial para a fabricação de computadores. Em entrevista ao MIT Technology Review, Crawford (2021) afirma que é preciso entender como a inteligência artificial é feita no sentido mais amplo, compreendendo como os recursos naturais a impulsionam, a energia consumida, o trabalho oculto em toda a cadeia produtiva e as grandes quantidades de dados que são extraídos pelas aplicações utilizadas pelos usuários. E destaca como seu objetivo:

[...] abrir as portas de uma nova compreensão da IA como nem artificial nem inteligente. É o oposto de artificial. Vem das partes mais materiais da crosta terrestre e do trabalho de corpos humanos, e de tudo o que produzimos, falamos e fotografamos todos os dias. Nem é inteligente. Acho que há um grande pecado original neste campo, onde as pessoas presumiram que os computadores eram de alguma forma como cérebros humanos e se os treinássemos como se fossem crianças, aos poucos eles se tornariam esses seres sobrenaturais (CRAWFORD, 2021, s.p).

O aspecto hoje levantado por Crawford já foi foco da obra de Morin tempos atrás. Ainda que não falasse em IA propriamente, chamou a atenção para a necessidade de educar para a “era planetária” (MORIN, 2017; MORIN et al., 2003):

A era planetária começa entre o final do século XV e o início do XVI com a descoberta da América por Colombo, a circunavegação ao redor do globo por Magellan, a descoberta copernicana de que a terra é um planeta que gira ao redor do sol. A era planetária desenvolveu-se através da colonização, na escravidão, da ocidentalização e, também da multiplicação das relações e interações entre as diferentes partes do globo. Iniciada em 1990, a época denominada de globalização estabeleceu um mercado mundial e uma rede de comunicações que se ramificou intensamente por todo o planeta. Os desenvolvimentos científicos, técnicos, econômicos propiciam um devir comum para toda a humanidade. Ameaças de morte nuclear e ecológica conferem à humanidade planetária uma característica de comunidade de destino. Tornou-se vital conhecer o destino planetário em que vivemos, tentar perceber o caos dos acontecimentos, interações e retroações nos quais se misturam os processos econômicos, políticos, sociais, étnicos, religiosos, mitológicos que tecem esse destino (MORIN, 2003, p. 11).

Tais questões estão bastante apartadas das políticas de gestão educacional, recomendações curriculares, ficando a cargo de iniciativas pontuais de docentes eventualmente atentos ao debate. Com a digitalização acelerada pela pandemia em 2020, o número de usuários de *smartphones* no mundo ultrapassou a marca de 6 bilhões, o que representa 80% da população

mundial<sup>44</sup>. “Esses sujeitos que consomem seus celulares a todo momento e lugar são chamados *smartphone zombies*” (COBO, 2019, p. 26).

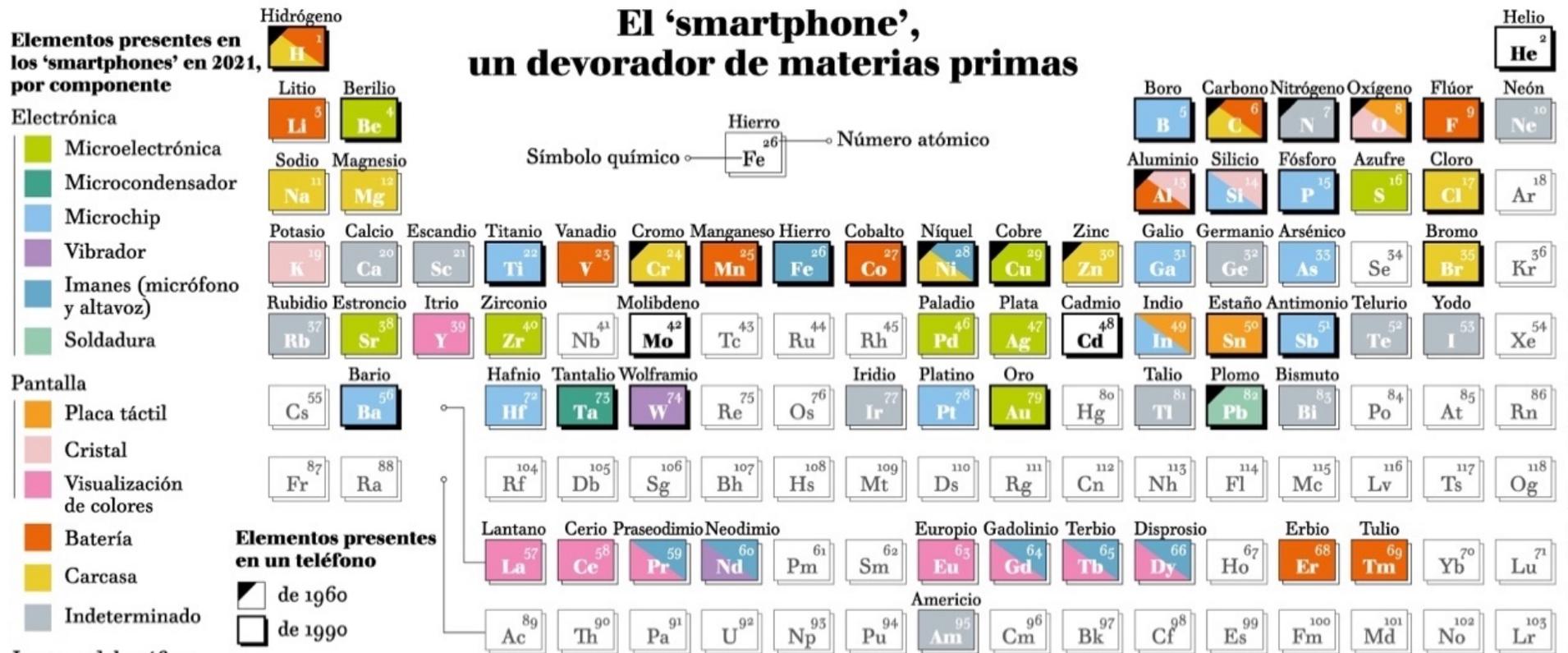
Principal dispositivo viabilizador da IA que amplifica o potencial de geração de dados, os celulares também utilizam diversos tipos de minerais e matérias-primas da natureza, seja em seus componentes internos, como nos que propiciam a interface com os usuários. No Brasil, houve aumento também em relação ao uso por crianças e adolescentes entre 2019 e 2020, subiu de 52% para 59% entre 7 e 9 anos e de 76% para 79% entre 10 e 12 anos<sup>45</sup>.

A imagem a seguir (figura 6) foi publicada na versão em espanhol do *Le Monde Diplomatique*, acompanhada do artigo *Cuando la tecnología digital destruye el planeta* (PITRON, 2021), apresenta uma tabela periódica que favorece a visualização das matérias primas da natureza utilizadas para a fabricação de um smartphone em 2021.

---

<sup>44</sup> Mais informações: <https://www.bankmycell.com/blog/how-many-phones-are-in-the-world>. Acesso em 20 dez. 2021.

<sup>45</sup> Dados disponíveis em: <https://www.mobiletime.com.br/noticias/29/10/2021/aumenta-o-uso-de-smartphone-por-criancas-brasileiras-de-7-a-9-anos/>. Acesso em 20 dez. 2021.



**Lectura del gráfico:**  
 En 2021, un *smartphone* se compone de una gran variedad de materias primas (indicadas en colores); el titanio se utiliza en la fabricación de un chip (azul claro), el cobalto en la batería (naranja). Presente en la carcasa (amarillo), el hidrógeno ya figuraba en la composición de los teléfonos de 1960 y 1990. Por otro lado, el helio, el molibdeno y el cadmio han desaparecido de la nueva generación de teléfonos.

FANNY PRIVAT

**Figura 6:** Elementos químicos e matérias-primas da natureza necessários para fabricar os smartphones. Disponível em: <https://mondiplo.com/cuando-la-tecnologia-digital-destruye-el-planeta>. Acesso em 10 out. 2021.

Como sintetizou Cobo (2019, p. 23-24):

É impossível listar todos os tipos de uso do celular hoje em dia, embora a ironia seja que as chamadas telefônicas ocupam um papel cada vez mais modesto dentro da globalidade das funcionalidades dele. [...] há uma migração para as chamadas de voz por protocolo de internet com serviços como Skype, WhatsApp etc. [...] passamos a confiar nesse aparelho ou, pelo menos, em toda a informação que recebemos dele, para tomar decisões de diferentes índoles: buscar, navegar, dirigir, contatar pessoas, serviços ou conteúdos, e um longo et cetera. Não está claro se o celular é uma parte importante da nossa vida ou se a nossa vida é parte do celular.

Considerar a questão ambiental é fundamental na obra de Morin (2000; 2003) sobre a condição humana como parte da natureza buscando harmonia com a era planetária. Para isso, não se deve fragmentar os conhecimentos, de modo a tornar a educação insuficiente e distante da vida (MORIN, 2015). E alerta que as crises e o mal-estar da civilização requerem soluções que possam de fato contribuir com novas perspectivas de futuro do planeta tomado por crises como “desregramento ecológico, exclusão social, exploração sem limites dos recursos naturais, busca frenética e desumanizante do lucro, aumento das desigualdades encontram-se no cerne das problemáticas contemporâneas” (MORIN, 2015, p. 5). E vai além: “[...] uma revolução selvagem das condições de aquisição dos saberes encontra-se em curso na internet e se amplia cada vez mais. Essa revolução afeta a economia, as relações humanas e a própria educação” (MORIN, 2015, p. 178).

Como pontua Moraes (2021), citando Morin (2015), a maior finalidade da educação é “ensinar a viver”:

Viver não apenas adaptando-se ao mundo moderno. Mas o viver que implica também saber como tratar as grandes questões ambientais e ecológicas, como viver em uma civilização a cada dia mais violenta e consumista, como enfrentar e resolver problemas da fome, os fundamentalismos religiosos, dentre outras possíveis demandas urgentes e necessárias (Moraes, 2021, p. 22).

Igualmente importante, o impacto ambiental relacionado ao aumento do consumo de energia e ao lixo eletrônico, como reforça Selwyn (2017, p. 35) “esse é um mundo em crise e a tecnologia digital apresenta consequências a longo prazo que, raramente, são levadas em consideração”.

Faz parte de uma educação para a IA compreender impactos da tecnologia para a sustentabilidade do planeta e isso envolve aspectos éticos e cidadãos, que devem estar contidos nas políticas educacionais, vislumbrando uma política de civilização, uma política planetária (PETRAGLIA, 2013). Como descreve a autora:

O sujeito, na perspectiva da complexidade, é aquele capaz de se auto-organizar e de estabelecer relações com o outro, transformando-se continuamente. É nessa relação de alteridade que ele encontra a autotranscendência, superando-se, interferindo e modificando seu meio num auto-eco-organização, a partir de sua dimensão ética que, reflete as suas escolhas, percepções, valores e ideais. Trata-se da prática de uma auto ética, que inclui a ética política e pressupõe a observação de prioridades que Morin chamou de “ideias-guia”. O autor entende que a ética não se reduz ao aspecto político, do mesmo modo que este não se reduz à ética; no entanto, a dialógica que compreende a indissociabilidade e o antagonismo intrínsecos aos dois termos poderá estar a serviço da humanidade (PETRAGLIA, 2013, p. 26-27).

Holmes et al. (2019) falam em “alfabetização ambiental” como um dos temas transversais necessários em currículos sobre a IA. Segundo os autores, trata-se de “demonstrar conhecimento e entendimento sobre o meio ambiente e as circunstâncias e condições que o afetam” (p. 186, tradução nossa).

## 4. IA E SUA INTER-RELAÇÃO COM A EDUCAÇÃO

*Na noção de desafio há a consciência do risco e da incerteza*

(MORIN, 2005, p. 79)

### 4.1 Pesquisa e produção de conhecimento

Embora seus trabalhos relacionados à IA datem da década de 60, portanto bem anteriores ao *Big Data*, o matemático e pesquisador do Massachusetts Institute of Technology Seymour Papert (1928-2016) é uma das principais referências em educação com tecnologias digitais. Idealizador da linguagem de programação LOGO e da teoria do construcionismo<sup>46</sup>, buscou melhorias nas formas de aprendizado a partir do incentivo ao protagonismo dos estudantes em projetos nacionais e cooperações internacionais implementados na década de 80. Entusiasta das tecnologias na educação, em seu livro *A Máquina das Crianças*, o autor alertava para o risco de computadores serem usados para manter a estrutura ultrapassada da escola (CYSNEIROS, 2007).

Desde 1997, existe a *International Artificial Intelligence in Education Society* (IAIED)<sup>47</sup>, a Sociedade Internacional sobre a Inteligência Artificial na Educação, uma comunidade interdisciplinar, com sede na Escócia, que une os campos da ciência da computação, da educação e da psicologia para promover pesquisa e desenvolvimento de ambientes de aprendizado interativo e adaptativo para estudantes de todas as idades e em todos os domínios. A IAIED conduz conferências sobre o tema, a primeira delas efetuada antes mesmo da formalização da entidade em 1983 e, em 2022, está programada a 23ª edição do evento<sup>48</sup>. Com base nessas conferências é possível perceber que o interesse em IA e educação não é novo, somando anos de experiências e iniciativas.

Com a difusão da internet e de dispositivos de conexão a partir dos anos 2010, a inter-relação direta entre IA e educação começa a aparecer em relatórios e artigos, com ênfase no

---

<sup>46</sup> Na noção de construcionismo de Papert existem duas ideias que contribuem para que esse tipo de construção do conhecimento seja diferente do construtivismo de Piaget. Primeiro, o aprendiz constrói alguma coisa, ou seja, é o aprendizado por meio do fazer, do "colocar a mão na massa". Segundo, o fato de o aprendiz estar construindo algo do seu interesse e para o qual ele está bastante motivado. O envolvimento afetivo torna a aprendizagem mais significativa (VALENTE, 2002, n.p.).

<sup>47</sup> Site da entidade: <https://iaied.org/>. Acesso em 15 out. 2021.

<sup>48</sup> Página oficial da 23ª AIED Conference, na cidade de Durham, no Reino Unido: <https://aied2022.webspace.durham.ac.uk/>. Acesso em 24 set. 2021.

aspecto ferramental para o ensino (LUCKIN et al., 2016; ARNETT, 2016; VICARI, 2018; UNESCO, 2020; CARUSO, 2021), na linha de fomentar “inovação” e “progresso”, como abordado no capítulo 2 desta dissertação.

Uma revisão sistemática de literatura realizada por um grupo formado por pesquisadores da China, Eslovênia, Rússia e EUA (ZHAI et al., 2021) analisou um total de 100 artigos de diversos bancos de dados internacionais, incluindo 63 artigos empíricos e 37 artigos analíticos, publicados entre 2010 a 2020, e classificou três focos mais estudados. O primeiro, relacionado a desenvolvimento da tecnologia em si (*Development Layer*); o segundo, sobre as aplicações possíveis (*Application Layer*); e o terceiro foco destacando a integração da IA com outras tecnologias já conhecidas como *games* e aprendizado imersivo (*Integration Layer*). Os autores também elencaram desafios na educação em relação ao uso inadequado de tecnologias de IA, bem como a atenção para a mudança de papéis de professores e alunos, questões sociais e éticas.

No Brasil, uma busca nos grupos de pesquisa registrados no Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil no Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ), com as palavras “inteligência artificial” e “educação”, trouxe 16 ocorrências<sup>49</sup>, sintetizadas na tabela a seguir com os oito grupos que informam manter uma linha de pesquisa sobre IA e educação:

Nome do grupo	Instituição	Ano de formação	Área vinculada
Grupo de Aplicações de IA	Universidade Federal de Pelotas	2008	Ciência da Computação
Grupo de Estudos Avançados em Tecnologias na Educação (GEATE)	Universidade Estadual do Maranhão	2019	Ciência da Computação
Grupo de Pesquisa em Informática na Educação (GPIE)	Universidade do Estado de Santa Catarina	2002	Ciência da Computação
Grupo de Pesquisa na Área de Ciência da Computação (GPCC)	Universidade do Estado do Amazonas	2014	Ciência da Computação
Inteligência Artificial & Tecnologia Educacional (IATE)	Universidade Federal de Santa Maria	2013	Ciência da Computação
IA, IoT e Análise de dados Aplicadas à Educação e Saúde	Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas – UNCISAL	2019	Ciência da Computação
Laboratório de Inovação Tecnológica Aplicada na Educação	UNICAMP	2003	Educação
Núcleo de Informática na Educação - IFF	Instituto Federal Fluminense	2010	Ciência da Computação

**Quadro 2:** Grupos de pesquisa identificados na plataforma do CNPQ, elaboração minha.

<sup>49</sup> Arquivo em pdf com o resultado em lista disponível em: <https://onlyo.co/3Jw0OI5>. Acesso em 12 jan. 2022.

Já no Banco de Teses e Dissertações (BDTD) da CAPES, encontrei duas dissertações de mestrado contendo revisões de literatura. A primeira, de Francielle Gatti (2019), da PUC-SP, analisou 16 pesquisas acadêmicas (teses e dissertações, entre 1996 e 2018) com o intuito de identificar os assuntos mais tratados nas pesquisas acadêmicas sobre o tema IA e educação e nenhuma delas houve menções a questões éticas ou políticas geradas pela IA.

A segunda dissertação, de Rodrigo Shimasaki (2020), da Unopar, que levantou pesquisas acadêmicas realizadas no período 2015-2020, reforçou a ênfase nas possibilidades de a IA intervir nos processos de ensino e de aprendizagem em diferentes áreas do conhecimento, aumentando a assimilação de conteúdos disciplinares.

A constatação das duas dissertações sobre o enfoque instrumental da IA para o ensino vai ao encontro do resultado do mapeamento realizado pela Associação Brasileira de Startups e pelo Centro de Inovação para a Educação Brasileira (CIEB) (2021) que relacionou 566 edtechs<sup>50</sup> ativas no Brasil, e as atividades ofertadas por essas empresas estão concentradas em soluções como: 46,8% são plataformas de ensino, 26% ferramentas de ensino ou de gestão administrativa e 12,4% conteúdos para ensino.

Já o documento *Artificial Intelligence in Teaching (AIT): A roadmap for future developments* (BIDARRA et al., 2020) lançado em 2020 por um grupo de pesquisadores da Comissão Europeia, organiza de maneira mais completa a interface entre a IA e a educação a partir de três enfoques, evidenciando que essa relação vai além do uso no ensino de conteúdos:

- Aprendizagem com IA (estudo das aplicações de IA voltadas ao ensino);
- Aprendizagem sobre a IA (compreender o funcionamento da IA visando a educação profissional para desenvolvedores de IA);
- Aprendizagem para a IA (compreender os impactos da IA na sociedade, questões éticas como *fake news*, privacidade e segurança).

Ao trazer esses três enfoques, o documento enfatiza a necessidade de visão e propósito para a educação cidadã, que vai além da “aplicação” no ensino. Uma “educação para a IA” que apoia o desenvolvimento de uma postura crítica diante do mundo, em vez de uma postura subserviente ou deslumbrada diante das novidades tecnológicas. Uma visão de educação que forme pessoas criativas, que visam o coletivo, o bem comum (MORAES, 2021), em vez de uma postura somente consumidora e individualista. Como insiste Morin, “o grande desafio da

---

<sup>50</sup> Edtech – nome dado às startups que atuam na área de educação.

atualidade reside em educar ‘em’ e ‘para’ a era planetária” (MORIN et al., 2003, p. 51). Nesse sentido, falar em IA e educação requer um pensamento abrangente e complexo:

[...] proponho também apresentar as perspectivas futuras da humanidade, cujos processos técnico-científicos já começaram (extensão da vida, inteligência artificial, algoritmização da sociedade), mas onde esses mesmos processos produzem catástrofes consequências: a degradação da biosfera; a agricultura industrializada que destrói os solos e desnatura os alimentos; monoculturas que destroem a autonomia alimentar de nações, especialmente latino-americanas e africanas; desmatamentos maciços; e com todos suas inevitáveis consequências econômicas e políticas (MORIN, 2018, p. xviii, tradução livre).

Embora a IA possa trazer benefícios para o ensino, há também questões sobre justiça e equidade que precisam ser consideradas. Entusiastas da IA oferecem um mundo de possibilidades, mas é vital não se deixar deslumbrar pela tecnologia e avaliar caso a caso se é ou não necessária a adoção de tecnologias, partindo de decisões conscientes sobre os riscos envolvidos no uso massivo de tais recursos.

A abordagem crítica sobre educação com tecnologia deve ter finalidade construtiva e propor alternativas, à medida que envolve a “produção de análise detalhada e ricamente contextualizada, o engajamento em avaliação objetiva, e o empenho em investigar qualquer situação em termos de seus aspectos positivos e negativos, bem como todas as facetas entre esses dois polos” (SELWYN, 2017, p. 18).

## **4.2 Aplicabilidades e “personalização”**

Como vimos, usos de IA na educação são normalmente considerados para aplicabilidade em formas de ensino, por meio de soluções de IA amparadas em plataformas e ferramentas tecnológicas. Entre elas, constam as chamadas “plataformas adaptativas”, que visam fomentar a aprendizagem ao oferecer uma experiência personalizada de acordo com os interesses do aprendiz. Outro uso bastante popular da IA são os sistemas de avaliação que visam aumentar a compreensão sobre como se dá a apreensão dos conteúdos apresentados, identificando gargalos e percalços enfrentados por humanos enquanto aprendem. Nesse caso, por exemplo, a IA pode auxiliar na identificação de como a situação socioeconômica do aluno, as suas características emocionais ou a própria interação com a tecnologia são fatores a serem considerados, além de identificar quais conteúdos e formatos facilitam ou dificultam esse processo.

Para tanto, tais soluções coletam dados sobre cada experiência dos usuários, como interesses, dificuldades e histórico de navegação, e geram percursos adaptados para cada realidade. A construção de tais percursos passa pelo processamento de dados não só de estudantes, mas também de educadores, de diretrizes pedagógicas, de informações de desempenho do grupo de alunos etc. Ao fazerem suas escolhas, gestores e educadores raramente ponderam sobre quais usos imediatos e futuros as empresas fornecedoras farão desses dados coletados.

A despeito de a coleta de dados não ser algo novo, o contexto do *Big Data* permite o acelerar e o incremento da eficiência dessa ação. Como ressalta a advogada Ana Frazão (2021), o *Big Data* permite “utilizações e aplicações que não seriam sequer imagináveis há poucos anos e que, na ausência de uma regulação adequada, passaram a ser realizadas sem limites e com resultados que podem se projetar para sempre” (FRAZÃO, 2021, p. 85).

Vejam os a seguir, algumas das aplicações da IA para o ensino mais apontadas por relatórios sobre o tema (HOLMES et al., 2019; ISOTANI; BITTENCOURT, 2018; VICARI, 2018; LUCKIN et al., 2016):

- *Tutoria personalizada* – criações de currículo e atividades específicas para cada estudante, adaptáveis conforme o uso, interesse, talentos, necessidades e aprendizado de cada um. A empresa norte-americana Content Technologies<sup>51</sup> produz livros personalizados, potencialmente aumentando a eficiência do estudo ao editar livros de forma a torná-los mais úteis a cada aluno. Também norte-americana, a Cognitive Tutor Algebra<sup>52</sup> oferece instruções individualizadas. Com atuação global, a Khan Academy<sup>53</sup> é uma plataforma que possui exercícios e cursos que visam estabelecer um aprendizado personalizado para cada aluno, deixando que os usuários absorvam conteúdo em seu próprio ritmo e conforme seus interesses.
- *Aprendizagem colaborativa* – auxílio na formação mais acertada de grupos de trabalho, mapeando estudantes e juntando-os conforme interesses ou habilidades para a atividade em questão. Auxílio na identificação automática dos resultados de discussões em grupo. Um educador, por exemplo, conduzindo discussões em grupos com grande quantidade

<sup>51</sup> Site da empresa disponível em: <http://contenttechnologiesinc.com/>. Acesso em 20 set. 2021

<sup>52</sup> Sobre a solução: <https://nysrti.org/intervention-tools/math-tools/tool:cognitivetutorialgebra/>. Acesso em 20 set. 2021.

<sup>53</sup> Site da plataforma disponível em: <https://pt.khanacademy.org/>. Acesso em 20 set. 2021.

de estudantes, pode contar com a IA para resumir os resultados dos debates e identificar grupos que estejam fugindo de foco ou se equivocando para dar maior atenção a eles.

- *Correção de tarefas* – ferramentas de pontuação de provas e atividades em que uma máquina, ao receber insumo de correções feitas por humanos, passa a avaliar automaticamente o material, tornando as correções cada vez mais assertivas através da coleta de mais dados. Na Índia, a ferramenta Mindspark<sup>54</sup> possui um amplo banco de questões visando auxiliar no processo de aprendizagem da matemática. A ferramenta recomenda material de apoio aos estudantes conforme seus erros ao resolverem os exercícios. Educadores, por sua vez, podem acompanhar o crescimento dos alunos, trocar experiências com outros educadores e preparar conteúdo de aula.
- *Mapeamento do comportamento* – suporte na coleta e análise de dados sobre a frequência de estudantes e suas respostas aos estímulos educacionais. Por exemplo, uma IA pode auxiliar na identificação de estudantes em risco de abandonar os estudos ou na geração de formas de avaliação que medem a aprendizagem.
- *Realidade Virtual ou Aumentada* – plataformas que viabilizam a interação durante a aprendizagem, colocando estudantes imersos virtualmente em cenários que facilitam a visualização dos conteúdos.
- *Chatbots educativos e assistentes virtuais* – agentes pedagógicos virtuais capazes de interagir com estudantes, respondendo questões pontuais, indicando conteúdos, dando feedback. No Brasil, a Saint Paul Escola de Negócios<sup>55</sup>, em parceria com outras entidades, criou uma plataforma que permite que estudantes esclareçam dúvidas em tempo real 24 horas por dia a partir da interação com uma Inteligência Artificial. Um recurso similar é o M-Shule<sup>56</sup>, plataforma criada no Quênia que também fornece experiências adaptativas construídas através da IA aos estudantes, mas através de mensagens de texto (SMS) recebidas em telefones celulares, que independem do acesso à Internet.

---

<sup>54</sup> Site da solução: <https://mindspark.in/>. Acesso em 21 set. 2021.

<sup>55</sup> Site da escola: <https://lit.com.br/>. Acesso em 30 set. 2021.

<sup>56</sup> Site da solução: <https://m-shule.com/>. Acesso em 30 set. 2021.

- *Auxílio a Pessoas com Deficiência (PCD)* – soluções tecnológicas para auxiliar o acesso à educação por PCD. Por exemplo, recursos que utilizam a Linguagem de Processamento Natural para transformar conteúdo educativo falado em conteúdo escrito, e vice-versa, ou disponível em ferramentas interativas no computador.
- *Formação de conteúdo pedagógico* – mapeamento automatizado de tendências em recursos educacionais e catalogação de temas, para posterior curadoria e uso por educadores.
- *Trocas entre professores* – plataformas que atuam na geração de planos de aula e materiais didáticos com sugestões adaptadas para cada profissional.

Dentre as limitações relacionadas ao uso da IA no Ensino, destacam-se: a) como um modelo estatístico de probabilidade, a IA tem aplicação restrita, ou seja, executa tarefas específicas (modelo desenvolvido e treinado para executar determinada tarefa, não é aplicável para outra tarefa); b) como de praxe nos modelos estatísticos de probabilidade, a variável de incerteza nos resultados precisa ser considerada; c) a questão da personalização automática com base na generalização para usuários com perfis similares, gera imprecisões, por vezes, discriminações; d) algoritmos de IA são treinados em bases de dados, frequentemente, tendenciosas; e e) a forma de visualização dos resultados nem sempre é trivial para os usuários. Adicionalmente, em todas as etapas a subjetividade humana está presente desde a seleção das variáveis iniciais (hiperparâmetros) e a escolha da base de dados, até o modelo de visualização dos resultados (KAUFMAN, 2021d).

De que forma a IA pode servir como catalisadora da criatividade e do desenvolvimento humano? Algumas soluções de IA acabam por limitar as informações que as pessoas recebem. Por exemplo, um programa que aprende que tipo de conteúdo um indivíduo gosta de ler e, com isso, passa a apenas fornecer conteúdo similar. A IA pode restringir as informações que chegam às pessoas, potencialmente limitando a autonomia na aprendizagem.

O Instituto Educadigital, em parceria com a IBM e a PUC-SP, conduziu em 2018 um *workshop* com educadores intitulado *Possibilidades de IA na Educação*. Os participantes listaram cuidados e oportunidades que a IA inspira, entre eles não permitir que os resultados obtidos a partir da IA sejam utilizados para “categorizar” (rotular) as pessoas de maneira

estanque e estereotipada; deve haver uma responsabilidade ética na utilização dos dados, para não favorecer interesses econômicos (não à mercantilização dos dados) nem informações tendenciosas/preconceituosas” (SILVA; GONSALES, 2018, p. 14).

A escritora, jornalista e educadora Audrey Watters, em seu mais recente livro *Teaching Machines* (2021), mostra como o chamado “ensino personalizado”, alardeado como novidade, tem uma história bem antiga. A autora relata experimentos dos anos 1920, anos 1950 e ainda uma patente de uma máquina para ensinar ortografia com data de 1866<sup>57</sup>. Há, por exemplo, a história de precursores das máquinas de aprender, como o psicólogo Sidney Pressey, também relatada por Holmes et al. (2019), professor da Universidade de Ohio e de seu colega B. F. Skinner, teórico do behaviorismo (estímulo-resposta) e professor da Universidade de Harvard. Pressey teria construído a primeira “*machine for intelligence testing*”, argumentando que as máquinas realmente libertariam a professora de tarefas mecânicas e burocráticas da sua profissão, discurso tão presente quando se quer justificar o uso da IA na educação. Outro argumento já usado na época era chamar os docentes de “resistentes” e “conservadores” quando os usos não saíam como esperado (WATTERS, 2021).

O pesquisador australiano Neil Sewyn critica o “determinismo tecnológico”, concepção pela qual as tecnologias são capazes de gerar por si só mudanças sociais, ignorando variáveis políticas, econômicas, culturais e/ou subjetivas:

Reversões e inovações como essas podem muito bem ser desejáveis e benéficas, mas certamente exigem escrutínio e crítica fundamentada. Muitas das “novas” formas de educação digital promovidas por interesses comerciais baseiam-se, sem dúvida, em agendas e ideologias diferentes das que estamos acostumados a ver na educação pública. Essas mudanças na ênfase do tom podem ou não ser uma “coisa boa”. No entanto, essas são questões que exigem mais reconhecimento, debate e averiguação de dentro do *establishment* educacional (SELWYN et al., 2016, p. 152-153, apud CRUZ JUNIOR, 2020, p. 1526).

Ainda para o autor:

o ato de ‘desconfiar’ das tecnologias não significa rejeitá-las de forma compulsória e irrefletida. Na verdade, trata-se de abordá-las como parte de um amplo contexto sociotécnico no qual tensões sociais, econômicas e políticas são mediadas nos contextos educacionais, os quais, por sua vez, engajam-se nesses mesmos enfrentamentos a partir de formas supostamente neutras de aprender e ensinar (SELWYN et al., 2016 apud CRUZ JUNIOR, 2020, p. 1525).

No livro *Is technology good for education?*, Selwyn (2016) reforça que o estudo da relação entre tecnologias digitais e educação deve observar três dimensões: 1) ideologia,

---

<sup>57</sup> Em texto de 2015, a autora já compartilhava seus achados. Disponível em: <https://blog.grendel.no/wp-content/uploads/2008/07/a-history-of-teaching-machines.pdf>. Acesso em 12 jan. 2022.

considerando a política da educação e os papéis de pessoas e instituições envolvidas; 2) experiência de uso das tecnologias a partir da convivência entre pessoas; 3) contextos e estruturas sociais ligadas a classe, gênero, raça e etnia. Para o autor, estudos críticos do uso da tecnologia na educação precisam levar em conta o conflito social sobre a distribuição de poder. “Parte disso envolve tratar o uso da tecnologia na educação como ideologia, isto é, como um mecanismo chave para promover os valores e agendas dos interesses hegemônicos dominantes na educação” (SELWYN, 2017, p. 19).

### 4.3 Visão de documentos internacionais

A Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) vêm publicando diversos relatórios com recomendações, destacando a IA na perspectiva de desenvolvimento sustentável e de fomento à sociedade do conhecimento. De 2019 a 2021, foram divulgadas diversas publicações (relatórios, documentos, dentre outros formatos) sobre o tema. Vejamos os mais significativos:

- *Artificial Intelligence in Education: Challenges and Opportunities for a Sustainable Development (2019)*

O estudo oferece exemplos concretos de usos bem-sucedidos em resultados de aprendizagem em diversos países, mas igualmente aborda desafios e implicações políticas da introdução da IA na educação e na formação futura dos jovens. Por exemplo, o estudo sinaliza como crítico a) desenvolver uma visão abrangente das políticas públicas sobre IA para o desenvolvimento sustentável; b) assegurar a inclusão e equidade para a IA na educação; c) melhorar a coleta e sistematização de dados no gerenciamento do sistema educacional; d) aumentar a pesquisa sobre IA na educação para que seja possível fazer um balanço significativo da pesquisa educacional tanto para a prática quanto para a formulação de políticas; e e) contemplar a ética e a transparência na coleta, uso e divulgação de dados por meio de regulamentação com discussão pública sobre ética, responsabilidade, transparência e segurança.

- *Beijing Consensus on Artificial Intelligence in Education (2019)*

Apresenta o resultado da conferência que reuniu 50 ministros de estado e 500 representantes internacionais. O documento reafirma o compromisso do “4º Objetivo do Desenvolvimento Sustentável” ao ressaltar que a integração da IA na educação deve primar por sistemas abertos e flexíveis, que garantam oportunidades de aprendizagem ao longo da vida. Sugere, igualmente, o planejamento de uma “governança” de IA na educação, com participação multissetorial para pleitear o desenvolvimento da tecnologia pautado pela ética, não discriminatória, transparente e auditável, acompanhando e validando os impactos nas pessoas e na sociedade.
- *Steering AI and Advanced ICTs for Knowledge Societies (2019)*

Estudo baseado no indicador denominado ROAM (*rights, openness, access to all and multistakeholder participation*)<sup>58</sup>. Criado em 2015, o ROAM visa orientar o desenvolvimento e o uso da IA de forma a mitigar os riscos e alcançar os “Objetivos do Desenvolvimento Sustentável”. A UNESCO ressalta os princípios ROAM como uma estrutura bem fundamentada e holística para moldar projetos, aplicações e governança da IA para diminuir a disparidade existente sobre a assimilação da IA por entidades do governo, setor privado, comunidade técnica e sociedade civil.
- *AI in education: guidance for policy-makers (2021)*

Guia básico descritivo sobre definições de IA e suas aplicações na educação, citando, enfaticamente, os princípios do Consenso de Beijing (2019). A publicação reconhece que a IA tem o potencial de apoiar o enfrentamento de alguns dos maiores desafios na educação de hoje, tais como, inovar as práticas de ensino e aprendizagem e acelerar o compromisso do “4º Objetivo do Desenvolvimento Sustentável”. No entanto, a IA, em acelerada disseminação na sociedade, traz múltiplos riscos e desafios, que, até o momento, ultrapassam os debates políticos e os marcos regulatórios. A publicação oferece, igualmente, orientação aos formuladores de políticas sobre a melhor maneira de aproveitar as oportunidades e enfrentar os riscos, apresentados pela crescente conexão entre a IA e a educação. Pontua também a necessidade de os governos fomentarem modelos de baixo custo para o desenvolvimento de tecnologias de IA

---

<sup>58</sup> Tradução livre: direitos, abertura, acesso a todos e participação multissetorial. Mais informações em <https://en.unesco.org/internet-universality-indicators/roamx-indicators>. Acesso em 12 dez, 2021.

assegurando que os interesses dos países de baixa e média renda sejam representados nos principais debates e decisões, e criar pontes entre esses países e os países onde a implementação da IA está mais avançada.

Em novembro de 2021, durante a 40ª Conferência Geral da UNESCO, 193 países assinaram o primeiro acordo global sobre ética na Inteligência Artificial, comprometendo-se a construir um arcabouço jurídico necessário para propiciar o desenvolvimento da tecnologia a partir de princípios éticos como transparência, responsabilidade e privacidade, com capítulos de políticas voltados para ações sobre governança de dados, educação, cultura, trabalho, saúde e economia, além de coibir explicitamente o uso de sistemas de IA para pontuação social e vigilância em massa (UNESCO, 2021, p. 14-39).

A organização não governamental norte-americana The Center for Curriculum Redesign, sediada em Boston, nos Estados Unidos, produtora de recomendações e *frameworks* sobre desenho de currículos para o século 21, lançou um documento substancial de 242 páginas, denominado *Artificial intelligence in education: promises and implications for teaching and learning* (HOLMES et al., 2019). A publicação oferece um apanhado considerável sobre histórico, conceitos, principais aplicações na educação, debates e reflexões sobre questões éticas e de direitos digitais dos estudantes, como privacidade e proteção de dados. Ressalta, ainda, que o mercado da IA na educação tem perspectiva de se tornar um mercado de 6 bilhões de dólares até 2024.

Como citado no capítulo 2 desta dissertação, o relatório da Universidade de Buckingham, no Reino Unido, *Towards a Shared Vision of Ethical AI in Education* (2020) é o material que mais se aproxima da dialogia do pensamento complexo. O relatório elenca os princípios éticos a ser considerados na adoção de tecnologias de IA na educação, equilibrando benefícios e riscos. Bastante similar ao *Guidance* da UNESCO citado acima, o relatório sugere a criação de grupos multissetoriais articulados para a elaboração de políticas públicas. E vai além da questão do uso instrumental, pontuando que todos os estudantes da educação formal devem aprender sobre IA e seus impactos sociais, em especial no que diz respeito a eles próprios, como tomada de decisão automática, de forma que estudantes e pais possam ter informações e explicações sobre tais decisões. O relatório ainda sugere certificações para as soluções de IA, adotadas com exclusividade pelas escolas e demais instituições educativas.

Uma das instituições ativistas mais representativas no cenário global em direitos das crianças no mundo digital é a *5 Rights Foundation*. Em 2020, a Fundação lançou o relatório *Freedom Security Privacy – The Future of Childhood in The Digital World*, totalmente digital,

contendo 27 artigos e ensaios de diversos autores divididos em quatro capítulos: Liberdade, Segurança, Privacidade e o Futuro da Infância. As discussões passam pela ilusória promessa de benefícios que o digital poderia oferecer a 1 bilhão de crianças on-line em todo o mundo. Inclui temas como a exigência de responsabilidade e transparência por parte de quem produz tecnologia, e o conceito de uso equilibrado e adequado em relação a liberdade, segurança e privacidade para a criança do século XXI. A principal mensagem é a de que falhamos (como sociedade) em projetar adequadamente um mundo digital para as crianças.

Crianças e adolescentes são também o foco do Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF), que está construindo um guia de políticas de IA para crianças<sup>59</sup>, com a primeira versão divulgada em 2020, em parceria com o governo da Finlândia. O documento traz orientações sobre o viés dos direitos das crianças nas interações com sistemas de IA, e um roteiro de discussões sobre os riscos da IA voltado para adolescentes.

Na mesma linha, em 2021, a Organização das Nações Unidas, em conjunto com instituições de diversos países incluindo o Brasil, lançou o *Comentário Geral 25*, que complementa e atualiza para o contexto atual da cultura digital a *Convenção sobre os Direitos da Criança*. Trata-se de um texto que determina como a Convenção deve trabalhar os direitos da criança no ambiente digital e reforça o dever dos países em tomar medidas preventivas, além de monitorar, investigar e punir qualquer desrespeito aos direitos da criança por parte das empresas, incluindo proteção contra a exploração comercial e publicidade baseada em dados.

#### 4.4 Políticas públicas

Em artigo publicado em julho de 2021, o pesquisador da Escola de Política Pública do Instituto de Tecnologia da Georgia, nos Estados Unidos, Daniel Schiff analisou políticas institucionais nacionais e estratégicas sobre IA na educação em 24 países e concluiu que a maioria dos formuladores de políticas consideram a educação como uma ferramenta instrumental para apoiar o desenvolvimento da força de trabalho e o treinamento de desenvolvedores em AI. “Se tal tendência continuar, os formuladores de políticas podem falhar em financiar, regular e considerar as implicações éticas da AIED – tanto positivas quanto negativas” (SCHIFF, 2021, p. 34).

---

<sup>59</sup> Informações sobre o projeto disponíveis em: <https://www.unicef.org/globalinsight/reports/policy-guidance-ai-children>. Acesso 12 dez. 2021.

O pesquisador estruturou os resultados em cinco categorias principais e duas adicionais (quadro 3). As cinco principais apontam para o aspecto do “treinamento”: (a) treinamento de especialistas em IA (futuros profissionais de IA, tais como, cientistas e engenheiros de computação); (b) preparo de força de trabalho para a IA (educação e treinamento para ajudar os trabalhadores a se adaptarem à interrupção do trabalho devido à IA); (c) alfabetização sobre IA (necessidade de educar o público em geral sobre AI); (d) criação de sistemas de ensino e aprendizagem baseados em IA, tais como sistemas inteligentes de tutoria, agentes pedagógicos e avaliações preditivas; (e) criação de sistemas administrativos, como para apoiar a administração em educação, por exemplo, tomada de decisões de admissão, promoção ou graduação.

A classificação, no entanto, reflete a forma genérica pela qual os documentos abordam cada tópico e, ainda assim, questões éticas apareceram raramente e não foram agrupadas em uma categoria específica. Schiff ainda elenca duas categorias adicionais: (i) educação como tema prioritário; (ii) aplicação da IA à saúde, por exemplo, em imagens e diagnósticos médicos, dosagem de medicamentos ou intervenções cirúrgicas – a intenção foi verificar se as estratégias nacionais de IA tratam a educação e a saúde de forma semelhante.

A pesquisa de Schiff ilustra como o assunto – IA e educação – é efervescente em nível mundial e como existem ainda muitas lacunas relacionadas à compreensão dos impactos sociais da IA, ou, sob o olhar da complexidade, como existe pouca abertura para religar saberes a partir dos novos conhecimentos que a tecnologia apresenta.

Vejamos a seguir o quadro síntese elaborado pelo autor (tradução livre):

País	Nome do Documento	Data	Educação para IA			IA para Educação		Contexto	
			Treinamento de Especialistas em IA	Preparando Força de Trabalho para IA	Alfabetização Pública de IA	Sistemas de ensino e aprendizagem	Sistemas Admin.	Educação como Tema Prioritário	IA para Saúde
Austrália	Inteligência Artificial: Estrutura de Ética da Austrália (Um Documento de Discussão)	4/4/2019	x	x	x		~		x
Áustria	Moldando o Futuro da Áustria com Robótica e Inteligência Artificial	25/4/2018	x	x	x			x	x
China	Um plano de desenvolvimento de IA da próxima geração	20/7/2017	x		x	x	x	x	x
Dinamarca	Estratégia Nacional de Inteligência Artificial	14/3/2019	x	x	x			x	x
Estônia	Estratégia nacional de IA da Estônia 2019-2021	25/7/2019	x		x			x	
Finlândia	A Era da Inteligência Artificial da Finlândia: Transformando a Finlândia em um país líder na aplicação de IA	18/12/2017	x	x	x			x	x
França	Por uma IA Significativa: Rumo a uma Estratégia Francesa e Europeia	8/3/2018	x	x				x	x
Alemanha	Estratégia Nacional para Inteligência Artificial: IA Feita na Alemanha	15/11/2018	x	x	x			x	x

Índia	Estratégia Nacional de Inteligência Artificial: #IAParaTodos	4/6/2018	x	x	x	x	x	x	x
Itália	Inteligência Artificial a serviço dos cidadãos	21/3/2018	x	x	x	x		x	x
Japão	Estratégia de Tecnologia de Inteligência Artificial	31/3/2017	x	x					x
Quênia	Tecnologias Digitais Emergentes para o Quênia: Exploração e Análise	25/7/2019		x	x	x	x	x	x
Lituânia	Estratégia de Inteligência Artificial da Lituânia: Uma Visão do Futuro	3/4/2019	x	x	x			x	x
Malta	Malta: Rumo a uma Estratégia de IA	27/3/2019	x	x	x	x	x		~
México	Rumo a uma Estratégia de IA no México: Aproveitando a Revolução da IA	30/6/2018	x	x	~	~		x	x
Noruega	Estratégia Nacional de Inteligência Artificial	14/1/2020	x	x	x			x	x
Catar	Plano: Estratégia Nacional de Inteligência Artificial para o Catar	7/2/2019	x	x	x			x	x
Rússia	Estratégia Nacional para o Desenvolvimento da Inteligência Artificial ao Longo do Período que se Estende até o Ano de 2030	10/10/2019	x	x	x	~		x	x

Cingapura	Estratégia Nacional de Inteligência Artificial: Avançando Nossa Jornada de Nação Inteligente	19/11/2019	x	x	x	x		x	x
Coreia do Sul	Plano Diretor de Médio a Longo Prazo em Preparação para a Sociedade da Informação Inteligente: Gerenciando a Quarta Revolução Industrial	27/12/2016	x	x	x	x		x	x
Espanha	Estratégia Espanhola de IDI em Inteligência Artificial	7/3/2019	x	x	x	x	x	x	x
Suécia	Abordagem nacional para inteligência artificial	18/2/2019	x	~				x	~
Reino Unido	IA no Reino Unido: pronto, disposto e capaz?	16/4/2018	x	x	x			x	x
Estados Unidos	O Plano Estratégico Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento em Inteligência Artificial	12/10/2016		x		x		x	x

**Quadro 3:** o papel da educação nas estratégias nacionais sobre IA, elaborado por Daniel Schiff, tradução livre. Observações: Verde reflete os tópicos incluídos; amarelo indica que a discussão do tópico é restrita ou ambígua; vermelho indica que o tópico está ausente.

Como ressaltou Diaz (2018) no *Global Guide of Ethics, Principles, Policies, and Practices in Balanced and Inclusive Education*, cujo prefácio é assinado por Morin, a educação nos últimos anos vem se curvando a imposições de setores econômicos:

como a OCDE e o Banco Mundial, que estão entre as entidades que estabelecem diretrizes para a mudança na educação e, portanto, começaram a superar o papel do Estado que, por sua vez, começa a se assemelhar a uma instituição subordinada a entidades globais (DIAZ, 2018, p. 68).

Diante da fragmentação, repetição e padronização, a educação só prepara para “sermos usuários dependentes ou sermos excluídos do processo” (DIAZ, 2018, p. 69, tradução nossa). Nesse sentido, urge a necessidade de “reforma do pensamento” e “reforma das instituições” (MORIN, 2011b) em prol da compreensão da complexidade do momento atual em que a humanidade vive permeada por tecnologias de IA.

O Alan Turing Institute, do Reino Unido, publicou um guia prático bastante robusto sobre ética e segurança da IA (LESLIE, 2019) destinado a formuladores de políticas públicas interessados em projetar, avaliar e implementar projetos de IA responsáveis. Considerado fundamental para a formulação de políticas de AI em todo o governo britânico e citado em publicações acadêmicas, o guia já está em fase de expansão para incluir experiências práticas. O documento recomenda aos gestores que:

A fim de administrar impactos de forma responsável e direcionar o desenvolvimento de sistemas de IA para benefício público de fato, considerar ética e segurança da IA deve ser a primeira prioridade. Isso envolverá o entendimento das implicações sociais e éticas do projeto e uso de sistemas de IA em cada etapa da entrega de seu projeto de IA. Também envolverá colaboração e esforço entre os cientistas de dados, gerentes de produto, engenheiros de dados, especialistas em domínio e entrega de sua equipe para alinhar o desenvolvimento de tecnologias de inteligência artificial com a ética valores e princípios que salvaguardam e promovem o bem-estar das comunidades que essas tecnologias afetam (LESLIE, 2019, p. 3, tradução livre).

A recomendação citada vai ao encontro do que Morin conceitua como “ecologia da ação”, ou seja, toda ação tem efeitos que não dependem da intenção inicial de quem executa, mas sim das interações com os contextos e condições (sociais, biológicas, culturais, políticas) em que ela se insere. Por isso, toda ação pede uma estratégia, que permite prever alguns cenários para a ação antes da tomada de decisão (MORIN, 2005).

A imagem a seguir (figura 7) destaca os princípios de transparência para projetos de IA no setor público apontados no referido guia:

## Mapa de Transparência IA

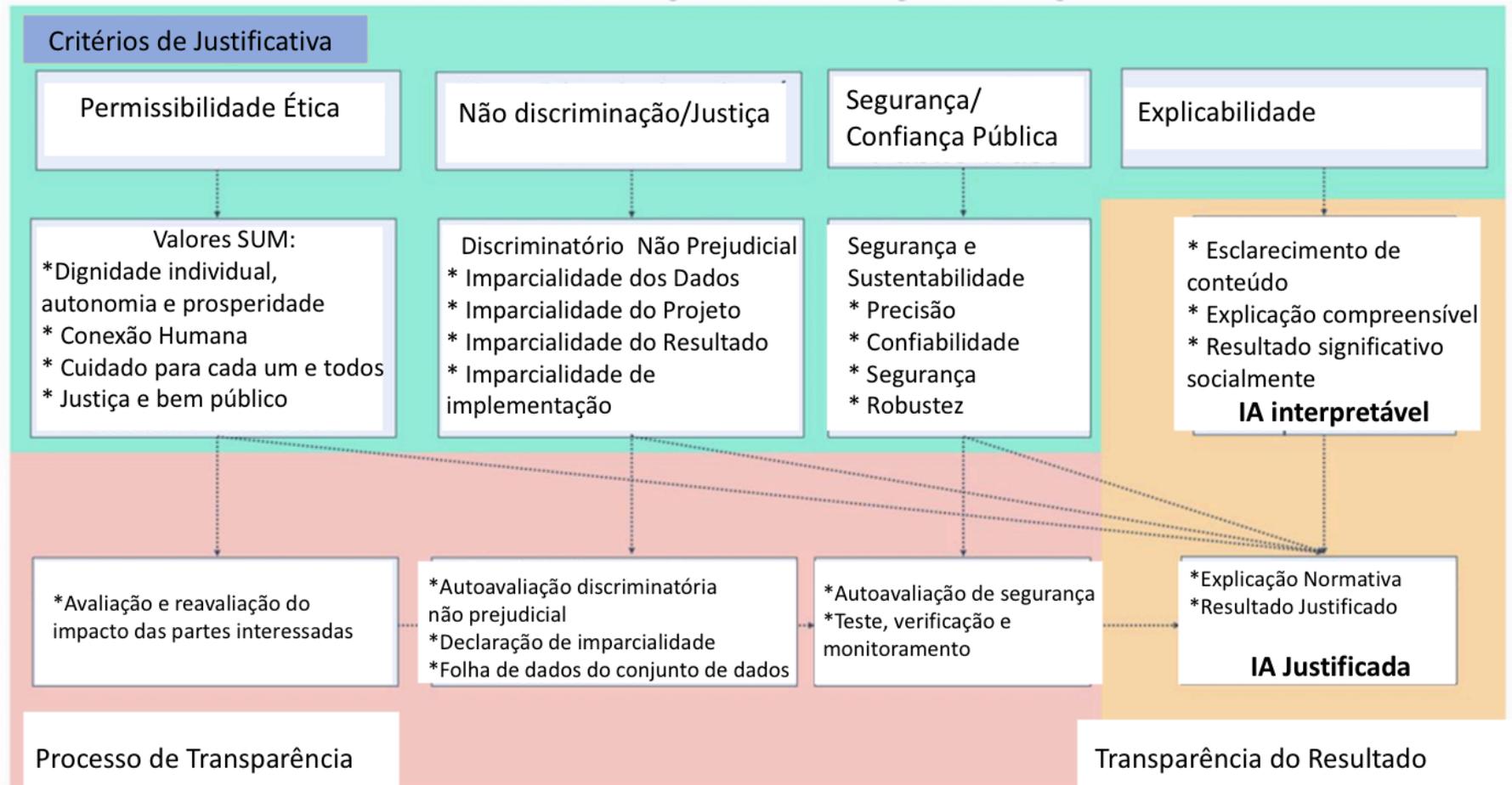


Figura 7: Mapa de transparência da IA, fonte: Alan Turing Institute, tradução livre.

No Brasil, foi apresentada pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) a Estratégia Nacional de Inteligência Artificial (BRASIL, 2021) que, além de não dar conta de abarcar a multidimensionalidade da questão da IA, também não organiza as estratégias necessárias para a implementação de ações concretas. Como escreveu o advogado e pesquisador em tecnologia Ronaldo Lemos em seu artigo na Folha de S. Paulo:

É difícil listar todos os problemas do documento. O primeiro deles é não ter nenhuma meta, orçamento, organização ou planejamento de implementação. O documento é uma reunião de platitudes e citações de dados buscados na internet. Mais do que isso, trata inteligência artificial como se fosse uma coisa só. Ignora a complexidade de disciplinas totalmente distintas —como aprendizado de máquina, processamento de linguagem natural, visão computacional e outras— que demandam ações também distintas e específicas (LEMOS, 2021).

Na mesma linha, em setembro de 2021, a Câmara dos Deputados aprovou às pressas, com 413 votos a favor e apenas 15 contra um projeto de lei sobre IA (PL 21/2020) que cria o marco regulatório da IA gerando manifestação crítica de organizações da sociedade civil (COALIZÃO DIREITOS NA REDE, 2021). Em artigo na Revista Piauí, Kaufman (2021) critica a aprovação do PL a toque de caixa comparando com a tramitação estendida do Marco Civil da Internet (BRASIL, 2014) que levou cinco anos e recebeu centenas de sugestões, e com o processo do projeto de IA da Comissão Europeia, fruto de debate iniciado em 2018, que segue ainda com debates previstos para os próximos 2-3 anos antes que o projeto se converta em regulamentação.

Segundo a pesquisadora, a pressa na tramitação implica em um curto tempo de debate do projeto com a sociedade:

O Fórum Econômico Mundial alertou recentemente para a diferença de conhecimento entre os desenvolvedores de IA e os legisladores dessa tecnologia, e a tendência é que essa distância se amplie à medida que aumenta a complexidade dos modelos. Superar esse problema requer empenho e tempo da parte dos legisladores para que eles se familiarizem com os meandros da tecnologia e o seu impacto na sociedade, a fim de estabelecerem leis consistentes que garantam um futuro sustentável ao país, às instituições e aos cidadãos. Esse problema, porém, não atinge só os legisladores, mas os cidadãos em geral, aos quais seria importante compreender melhor a lógica e o funcionamento da IA, dada a crescente influência que tem em suas vidas e os riscos que suscita (KAUFMAN, 2021c).

O PL reproduz recomendações ideais e princípios genéricos de convenções internacionais como a realizada em 2017 em Asilomar, nos Estados Unidos (FUTURE OF LIFE INSTITUTE, 2017) que têm servido de base para diversos outros documentos na mesma linha, mas insuficientes para regulamentar uma estratégia de país, pois são abstratos, logo não

traduzíveis em linguagem matemática compatíveis com os modelos de IA, além de não oferecerem procedimentos práticos a serem observados pelos desenvolvedores e usuários dessas tecnologias.

Há muitas entrelinhas nessa agenda regulatória e de governança de IA que impactam a educação (pública, principalmente) embora tais discussões permaneçam equivocadamente distantes da pauta educacional. Como destacou Coeckelbergh (2020 apud Kaufman 2021d), a preocupação com IA deve ir além da tecnologia e contemplar as apropriações que as pessoas fazem, como a utilizam e para quais finalidades.

## 5. AÇÕES E PROTAGONISMOS DA PRÁXIS EDUCATIVA

*O notável avanço da ciência e da tecnologia não foi nem está sendo seguido de avanços no plano existencial e ético.*

(MORIN et al., 2003, p. 7)

### 5.1 Complexidade na educação

Durante o período em que se convencionou denominar “modernidade”, meados dos séculos XV e XVII, o pensamento racional e linear se fez dominante em toda a sociedade, tendo como um dos principais teóricos o francês René Descartes (1596-1650) e seu “célebre enunciado, *Cogito, ergo sum* (Penso, logo existo) – o que encorajou eficazmente os indivíduos ocidentais a equiparem sua identidade com sua mente racional e não com seu organismo total” (CAPRA, 2006, p. 37).

Nas palavras de Nicolescu:

[...] uma profunda separação entre o sujeito e o objeto, entre a cultura humanística e as ciências experimentais e quando se passou de uma visão tradicional ternária do homem, tido como sendo composto de corpo, alma e espírito, para uma visão binária corpo e espírito (que se implantou claramente com Descartes), na qual o elemento mediador, a alma, foi suprimido. Essa ruptura acabou desembocando em uma outra, que se consumou no séc. XIX, cuja teoria do conhecimento se apoiava em uma visão mecanicista, separativista e cientificista, e que reduziu o real a um único nível e o homem a apenas sua dimensão física, enquanto sujeito ou objeto (NICOLESCU, 2000, p. 148).

A modernidade firmou o homem como ser superior e dominante em relação à natureza<sup>60</sup>, a partir dos reais avanços da técnica e da ciência. A razão era o que importava em detrimento da subjetividade. Morin (2005) denomina o período como o apogeu do “pensamento simplificador”, o que levou à compartimentação dos saberes, sem conexão com a realidade pertinente. Foi durante esse período – que ainda persiste na sociedade – que a idolatria por especialidades e profissionais “experts” emergiu.

Com forte proeminência a partir da segunda metade do século XX, como uma evolução da teoria dos sistemas<sup>61</sup>, da informação e da cibernética (MATURANA, 1997 apud ALMEIDA,

<sup>60</sup> Cunhado pelo químico Paul Crutzen em meados dos anos 2000, o termo “Antropoceno” corresponde à época geológica recente marcada pelos impactos do homem na natureza. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/d41586-021-00479-0>. Acesso em 2 jan. 2022.

<sup>61</sup> “[...] o campo da teoria dos sistemas é muito amplo, quase universal, já que num certo sentido toda realidade conhecida, desde o átomo até a galáxia, passando pela molécula, a célula, o organismo e a sociedade, pode ser concebida como um sistema, isto é, associação combinatória de elementos diferentes.” (MORIN, 2011a, p. 19).

2021; PETRAGLIA, 2001), a teoria da complexidade se volta para uma nova compreensão da realidade, como explicou Morin:

O que é a complexidade? A um primeiro olhar, a complexidade é um tecido (*complexus*: o que é tecido junto) de constituintes heterogêneas inseparavelmente associadas: ela coloca o paradoxo do uno e do múltiplo [...] a complexidade é efetivamente o tecido de acontecimentos, ações, interações, retroações, determinações, acasos que constituem nosso mundo fenomênico (MORIN, 2005, p. 13).

A epistemologia da complexidade desenvolvida por Morin propõe viabilizar a articulação de saberes a partir de sete princípios denominados para um pensar complexo (MORIN, 2017). São eles: 1) sistêmico-organizacional; 2) hologramático; 3) circuito retroativo; 4) circuito recursivo; 5) autonomia/dependência, auto-organização; 6) dialógico e 7) reintrodução do conhecimento em todo conhecimento. No capítulo 6, veremos como tais princípios podem apoiar a compreensão da multidimensionalidade da IA em sua intersecção com a educação.

Como ressalta Moraes (2021, p. 221), não se deve confundir o ato de “pensar complexo” com a perspectiva filosófica Pensamento Complexo. “A expressão ‘pensar complexo’ refere-se ao ato de pensar complexamente, relacionalmente, usando os operadores cognitivos e demais categorias expressas pela complexidade”.

O pensamento complexo, portanto, representa o desafio de trazer uma nova dimensão para a visão fragmentada, na qual a ciência se solidificou desde a modernidade. O pensar complexo, por sua vez, apoia o caminhar em busca do entendimento da associação permanente entre indivíduo-sociedade-espécie, da religação, da contextualização, reconhecendo os erros, as incertezas, a ausência de verdades absolutas.

Nesse sentido, compreender a realidade contemporânea a partir da complexidade envolve alcançar uma postura flexível que considera o imprevisível e o inesperado, algo bastante compatível com a finalidade de práticas pedagógicas<sup>62</sup>. Trata-se da busca constante de uma didática complexa que privilegia o estudo de temáticas em vez de disciplinas estanques.

A não fragmentação das áreas do saber em disciplinas estáticas é um processo desafiante para os planejamentos e implementações de projetos educativos. As tecnologias digitais, agora bastante permeadas pela IA, continuam sendo consideradas meros instrumentos, meras

---

<sup>62</sup> Segundo a teoria da aprendizagem de David Ausubel, os conhecimentos prévios dos estudantes devem ser sempre considerados, uma vez que cada um, individualmente, constrói estruturas mentais (subsunçores) para que os conceitos aprendidos possam “ancorar” e ter um sentido (MOREIRA, 1997).

“ferramentas” para o ensino, pouco explorando sua multidimensionalidade (GONSALES; PIMENTEL, 2021). A dialogia proposta pelo pensar complexo pode favorecer uma melhor compreensão desse cenário e possibilitar a busca de aprimoramentos urgentes nas políticas de gestão educacional e formação docente e também no desenvolvimento de práticas assertivas que possam fazer religações (como, por exemplo, olhar a tecnologia como linguagem e área do saber).

Como vimos, *complexus* vem do latim, que significa aquilo que é tecido junto, portanto, pede a religação dos diversos tipos de pensamento, o lógico, o empírico, mágico, imaginário (PETRAGLIA, 2013). A complexidade é a base da transdisciplinaridade, ou seja, o conhecimento não deve ficar fechado, mas ir além e considerar os aspectos epistemológicos, metodológicos e antológicos (MORAES, 2015).

Existe uma robusta contribuição brasileira sobre pensamento complexo na educação, especialmente pelas pesquisadoras Maria Cândida Moraes (1997, 2021), Izabel Petraglia (1995, 2001, 2013) e Maria da Conceição Almeida (2017), com diversas obras publicadas, incluindo livros, artigos, dossiês e realização de eventos educacionais realizados ao longo dos últimos 40 anos.

Não é possível deixar de mencionar o vasto trabalho em complexidade que vem sendo foco nas Ciências Sociais pelos pesquisadores Maria da Conceição Almeida e Edgard de Assis Carvalho, que criaram os primeiros grupos de pesquisa em complexidade no Brasil, o Grupo de Estudos da Complexidade (GRECOM), na Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e o Complexus, na PUC-SP. Os dois pesquisadores também escreveram juntos, dentre outros, o livro *Edgar Morin, Educação e Complexidade: Os Sete Saberes e Outros Ensaio* (2013).

O terceiro grupo de pesquisa em complexidade no país e primeiro em educação e complexidade foi o Núcleo Interinstitucional de Investigação da Complexidade (NIIC) na Universidade Nove de Julho, fundado em 1999 por Izabel Petraglia. Em 2013, ao migrar como professora para a Faculdades Metropolitanas Unidas, Petraglia fundou o Grupo de Estudos e Pesquisas em Complexidade (GEPEC)<sup>63</sup>, atualmente sediado na Universidade Metodista de São Paulo, do qual é coordenadora. Fundado em 2018, o Didaktike Grupo de Estudos e Pesquisas em Didática e Questões Contemporâneas, coordenado pela pesquisadora Marilza Suanno, desenvolve pesquisas sobre o ensinar sob a perspectiva do pensamento complexo.

---

<sup>63</sup> Site do grupo de pesquisa: <https://grupocomplexidade-gepec.com.br/>. Acesso em 18 nov. 2021.

Na psicologia, temos Humberto Mariotti, igualmente com diversas obras, mas que em 2019, lança em versão e-book *O Desafio da Incerteza: a Cultura Atual, a Inteligência Artificial e a Necessidade do Pensamento Complexo* (MARIOTTI; ZAUHY, 2019), sendo a primeira referência entre pesquisadores do pensamento complexo que aborda diretamente a atualidade da IA. Em 2021, os dois autores lançam outros dois livros, *Longe do equilíbrio: a exclusão do humano e suas consequências* (janeiro) e *Sociedades Tóxicas* (agosto), obras que abordam a condição humana diante de crises tendo como base o pensamento complexo.

Passadas duas décadas do lançamento da obra *Sete Saberes Necessários à Educação do Futuro* (2011), elaborada por Morin a pedido da UNESCO, podemos dizer que já chegamos ao “futuro” antevisto por Morin, porém, o pensar complexo nas ambiências educacionais permanece como um desafio. Longe de ser um roteiro a ser seguido, os “sete saberes” destacam abordagens integradoras que precisam ser consideradas no processo educacional como pontos de reflexão fundamentais e constantes. O pensamento complexo presente na obra pode elucidar políticas educacionais e, por consequência, ressignificar práticas educacionais, seja na docência ou na gestão. Como pontuam Severino, Petraglia e Armandilha:

Pensar o aluno como um universo repleto de singularidades é fundamental para a reforma do pensamento e para a melhoria na gestão da escola, que leve em conta o conhecimento como meio de emancipação e, portanto, a educação como formadora de cidadãos responsáveis, críticos, criativos, planetários (SEVERINO et al., 2020, p. 29).

Como propiciar a ampliação da visão de contexto para que haja escolhas mais assertivas em relação a processos, metodologias e práticas educativas religadoras de saberes? Segundo Morin (2011), a epistemologia da complexidade parte de três princípios fundamentais: i) hologramático, a parte que está no todo e o todo que está na parte; ii) recursivo, indivíduos produzem a sociedade que produz o indivíduo; iii) dialógico, que acolhe as contradições, os paradoxos, pois há contradições que não se resolvem. Como constata Petraglia:

A complexidade do pensamento leva-nos ao paradoxo do uno e do múltiplo e à convivência com a ambivalência. Cabe ao ser humano, por meio do conhecimento, interpretar os aspectos ambíguos da realidade, sem desconsiderar sua multidimensionalidade e de qualquer outra unidade complexa (PETRAGLIA, 2013, p. 20).

Os três princípios estão contidos no ser humano e no viver. O necessário desenvolvimento científico na Modernidade levou à especialização e à fragmentação e à “inteligência cega que destrói os conjuntos e as totalidades, isola todos os seus objetos do seu

meio ambiente. Ela não pode conceber o elo inseparável entre o observador e a coisa observada” (MORIN, 2005, p. 12).

O momento atual, no entanto, pede cada vez mais o pensar complexo. Em educação, a complexidade se posiciona na religação dos saberes, na ideia da transdisciplinaridade, com a valorização do sujeito envolvido no processo educativo. O conhecimento não pode ser fechado em si mesmo, mas ir além e fazer sentido na vida da pessoa. Educar para o pensar complexo abrange a ideia de compreender a pessoa sendo ao mesmo tempo indivíduo e sujeito. “Indivíduo tem características que o individualiza de outras pessoas. Já o sujeito envolve a subjetividade” (PETRAGLIA, 2013, p. 20).

Como destacou Nicolescu, citando a Declaração de Veneza (UNESCO, 1986), a evolução tecnológica traz diversos desafios éticos e de responsabilidade social:

Os desafios de nossa época: o desafio da autodestruição de nossa espécie, o desafio da informática, o desafio da genética, etc., mostram de uma maneira nova a responsabilidade social dos cientistas no que diz respeito à iniciativa e à aplicação da pesquisa. Se os cientistas não podem decidir sobre a aplicação da pesquisa, se não podem decidir sobre a aplicação de suas próprias descobertas, eles não devem assistir passivamente à aplicação cega destas descobertas. Em nossa opinião, a amplidão dos desafios contemporâneos exige, por um lado, a informação rigorosa e permanente da opinião pública e, por outro lado, a criação de organismos de orientação e até de decisão de natureza pluri e transdisciplinar (NICOLESCU, 2000, p. 174).

Aprofundando a questão da transdisciplinaridade e seu respectivo embasamento na teoria da complexidade, em 2021, Maria Cândida Moraes lançou a obra *Paradigma Educacional Ecosistêmico*, na qual consolida e atualiza sua vasta trajetória de pesquisadora transdisciplinar. Se interdisciplinar diz respeito a temáticas comuns e relacionadas entre as disciplinas, “o conhecimento transdisciplinar é o que está entre, através e além das disciplinas ou áreas do conhecimento” (NICOLESCU, 1999 apud MORAES, 2021, p. 60). Como descreve a autora, o que está além das disciplinas diz respeito ao “reconhecer a riqueza das dimensões subjetiva, intersubjetiva e intrasubjetiva [...] a natureza imaginária do ser humano, sua consciência, sua capacidade evolutiva e transformadora” (MORAES, 2021, p. 61).

É desafiante, igualmente, para as pessoas comuns, assim como para gestores e educadores a reflexão crítica sobre a tecnologia, ou seja, substituir o pensamento que isola e aprisiona por um pensamento que religa e liberta, dialogando com a incerteza (MORIN, 2005).

O caráter multidimensional da IA vem apontar para a necessidade de repensar conceitos antigos e reinterpretá-los, especialmente pela área de educação e sua missão de formar e preparar cidadãos diante de um futuro incerto.

## 5.2 Breve histórico da política pública de educação com tecnologias digitais

Apesar das iniciativas relacionadas à inserção de tecnologias na educação datarem da década de 1970 (VALENTE; ALMEIDA, 2020), foi somente a partir dos anos 1980 que surgiram as primeiras políticas públicas do Ministério da Educação (MEC): Projeto EDUCOM, Programa de Ação Imediata em Informática na Educação, Programa Nacional de Informática Educativa (Proninfe) e Programa Nacional de Informática na Educação (ProInfo).

O desenho das políticas naquele período foi marcado por um intenso processo colaborativo e participativo com universidades públicas, por meio de seminários específicos, que resultaram em documentos base para o lançamento do Projeto EDUCOM em 1984 (ANDRADE; ALBUQUERQUE LIMA, 1993 apud VALENTE; ALMEIDA, 2020). Tais políticas eram na época de interesse da então Secretaria Especial de Informática (SEI), órgão do Conselho de Segurança Nacional, pois tinha como meta informatizar diversos segmentos da sociedade, dentre eles a educação, como forma de aumentar a autonomia científica e tecnológica (MORAES, 1997).

O projeto EDUCOM financiou durante seis anos cinco pesquisas acadêmicas aplicadas diretamente no contexto da escola pública, dentre elas destacam-se as da Universidade Federal do Rio Grande do SUL (UFRGS), sob coordenação de Lea Fagundes, e Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), sob coordenação de José Armando Valente, que tinham como foco o desenvolvimento cognitivo a partir da linguagem de programação LOGO, em parceria com Seymour Papert, no Massachusetts Institute of Technology (MIT).

O Projeto EDUCOM, finalizado em 1991, teve como mérito “elevar a informática na educação praticamente do estado zero para o estado em que as equipes interdisciplinares passaram a entender e a discutir as grandes questões desse campo de estudo” (VALENTE; ALMEIDA, 2020).

Após algumas outras tentativas sem sucesso, em 1997, no segundo mandato do presidente Fernando Henrique Cardoso, o MEC instituiu o Programa Nacional de Informática Educativa (ProInfo) por meio da Secretaria de Educação a Distância (SEED), que tinha como foco a compra de equipamentos para as escolas e ações de capacitação de gestores educacionais nas secretarias de educação para promover o uso de tecnologia como ferramenta de ensino e de aprendizagem.

Como estratégia, que teve continuidade na gestão do presidente Lula (ProInfo Integrado) e da presidente Dilma Roussef, o ProInfo organizou os chamados Núcleos de

Tecnologia Educacional (NTE) nos estados e nos municípios (NTM), com gestão descentralizada e formação de multiplicadores para atuarem nesses núcleos. O programa criou também uma plataforma web, o eProInfo, para ofertar cursos a distância.

Na prática, as ações do ProInfo tinham pouca integração com a sala de aula, pois as atividades ficavam restritas aos laboratórios de informática. Vale destacar, ainda, a criação da Rede Internacional Virtual de Educação (RIVED) e do Portal Domínio Público para disponibilizar conteúdos pedagógicos digitais. A partir de 2002, houve a integração do ProInfo, à TVEscola e Proformação, que visava levar a formação em magistério para professores que ainda não tinham a titulação.

Em 2007, o MEC lançou o projeto Um Computador por Aluno (UCA) com a distribuição limitada de laptops diretamente ao aluno e adesão a um programa internacional<sup>64</sup>. Em 2008, surge o Programa Banda Larga nas Escolas, com o objetivo de oferecer conexão à internet a todas as escolas públicas. Outras duas iniciativas no mesmo ano, o Portal do Professor, com a intenção de fornecer objetos de aprendizagem e receber contribuições (planos de aula) diretamente dos professores, e o repositório multimídia Banco Internacional de Objetos Educacionais (BIOE), em parceria com a Rede Latino-americana de Portais Educacionais (RELPE) e Organização dos Estados Ibero-americanos (OEI).

No biênio 2016-2018, por meio de um compromisso sobre recursos educacionais digitais, no 3º Plano de Ação da Parceria Governo Aberto (BRASIL, 2016), o MEC teve de implementar um novo repositório para disponibilizar recursos educacionais financiados com recursos públicos com licença aberta. A plataforma MEC-RED foi lançada em 2016, para integrar todo o acervo já disponível em iniciativas anteriores (RIVED, BIOE, TV Escola, Portal do Professor etc.) e uma portaria sobre Recursos Educacionais Abertos foi apresentada no âmbito da Secretaria de Educação Básica (SEB) (BRASIL, 2018).

No mesmo ano de 2017, o MEC lançou o Programa de Inovação Educação Conectada, inspirado no modelo *Four in Balance*, de uma fundação holandesa (VALENTE; ALMEIDA, 2020), que tem como base quatro dimensões: visão, formação, recursos educacionais digitais e infraestrutura (figura 8).

Concebido com participação direta de fundações empresariais<sup>65</sup>, o Programa foi instituído por decreto, em 2018, e, finalmente, por lei em 2021, e tem por objetivo diminuir o

---

<sup>64</sup> Programa descontinuado. Disponível em: [https://en.wikipedia.org/wiki/One\\_Laptop\\_per\\_Child](https://en.wikipedia.org/wiki/One_Laptop_per_Child). Acesso em 12 set. 2021

<sup>65</sup> Principal articulador do MEC no tema de tecnologia educacional, o CIEB é uma entidade mantida por fundações empresariais. Disponível em: <https://cieb.net.br/programa-de-inovacao-educacao-conectada-piec/>. Acesso em 12 set. 2021.

fosso de conectividade nas escolas. A medição de conectividade vem sendo feita pelo sistema SIMET, desenvolvido pelo NIC.br<sup>66</sup>.

Em 2018, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) se somou à iniciativa destinando R\$ 20 milhões a municípios que enviaram projetos via chamada pública. Atualmente, são 11 municípios beneficiados, num total de 400 escolas<sup>67</sup>.

Em 2021, a Rede Nacional de Pesquisa (RNP) também iniciou um projeto piloto dentro do Programa para levar internet de alta velocidade a municípios da região Nordeste. Feito inédito em seu escopo de atuação, voltado ao ensino superior, o projeto beneficia 500 escolas em seis cidades<sup>68</sup>.



**Figura 8:** As quatro dimensões do Programa de Inovação Educação Conectada. Fonte: <http://educacaoconectada.mec.gov.br/o-programa/sobre>. Acesso em 10 out. 2021.

<sup>66</sup> Sobre o medidor SIMET: <http://medidor.educacaoconectada.mec.gov.br/>. Acesso em 12 set. 2021

<sup>67</sup> Mais informações sobre o projeto do BNDES: <http://agenciadenoticias.bndes.gov.br/detalhe/noticia/BNDES-Educacao-Conectada-vai-beneficiar-59-mil-alunos-de-escolas-publicas-da-Bahia-e-do-Parana/>. Acesso em 12 set. 2021.

<sup>68</sup> Mais detalhes sobre o projeto da RNP: <https://www.rnp.br/noticias/rnp-e-cieb-firmam-acordo-de-cooperacao-para-solucoes-de-conectividade-e-tecnologias-na>. Acesso em 12 set. 2021.

As duas primeiras décadas dos anos 2000 foram marcadas por forte otimismo em relação à emergência de uma sociedade em rede (CASTELLS, 1999), levando à ascensão de uma “inteligência coletiva” (LÉVY, 1993), com professores e estudantes se tornando produtores “hackers” e não apenas consumidores (PRETTO, 2012).

Essa visão otimista veio com o surgimento da web, no final dos anos 90, que popularizou a internet. No início dos anos 2000, contudo, o professor de Harvard, Lawrence Lessig, um dos fundadores do sistema de licenças abertas de direito autoral *Creative Commons*, já chamava a atenção para um certo futuro sombrio, à medida que os aspectos comerciais começavam a tomar conta da grande rede. No livro *Code and Other Laws of Cyberspace* (1999 apud GONSALES, 2021), o pesquisador analisa certas batalhas envolvidas na web, como propriedade intelectual, privacidade, discurso livre e direito internacional. Pontua que são falsas e perigosas as afirmações de que o ciberespaço deve ser um lugar livre, sem intervenção regulatória. Lessig chamava a atenção para a nova arquitetura da internet sendo definida por empresas norte-americanas com a ajuda silenciosa e protecionista do governo dos Estados Unidos, em prejuízo do usuário comum e de outros países, como o Brasil.

Em argumentação semelhante, mas sob uma perspectiva de raça e etnia, Silva (2020) problematiza a empolgação com o *Big Data* ou a IA na segunda década dos anos 2000, como se a geração de dados abundante e a capacidade computacional para analisá-los promovessem o fortalecimento da produção democrática de conhecimento sobre as questões públicas:

Testemunhamos o contrário: um aprofundamento do abismo entre cidadãos comuns – que, de fato, possuem mais acesso à informação do que antes – e corporações que concentram exponencialmente não só as informações e sua capacidade de interpretação analítica, mas também a aplicação de conhecimento operacionalizado na concentração de capitais e esfrelamento das instituições públicas (SILVA, 2020, p. 8).

A propagação deslumbrada dos benefícios das tecnologias é vastamente difundida por empresas fornecedoras, superestimando aplicativos para a apreensão de conteúdos pelos alunos. É nesse cenário que se consolida e se dissemina o entendimento equivocado e limitado da tecnologia como um simples meio impulsionador do ensino, sem, no entanto, haver recomendações sobre a importância de buscar compreender a conjuntura atual na qual ela emerge.

É nessa conjuntura que Gonsales e Kaufman (2021, no prelo) ressaltam que, no campo da educação, o "aprender a programar", isoladamente, não tem mais efetividade do ponto de vista de atitude ativa e protagonismo face à tecnologia. O momento atual sugere que "aprender

sobre como a IA funciona" seja tão importante quanto "aprender a programar", uma vez que os dados são a base dos modelos de IA.

Por ser uma tecnologia que tem ampliado seu alcance em um curto espaço de tempo, com aplicações no marketing, na medicina, na engenharia, na política, em serviços relacionados a recursos humanos e financeiros e até em atividades de lazer, incluindo games e redes sociais, a natureza ubíqua da IA tem feito com que as pessoas interajam com a tecnologia de forma passiva, somente visualizando vantagens, sem avaliar, por exemplo, se há exposição da privacidade ou vigilância.

Faz parte da formação humana e cidadã a aquisição do que Buzato (2018) destaca como *data literacy* (letramento em dados), habilidade de compreender as práticas sociais baseadas na digitalização, especialmente diante de futuros emergentes e incertos.

Incerteza, aliás, além de fundamental para o pensamento complexo, é uma palavra bastante apropriada diante do cenário marcado pelo enfrentamento da pandemia em todo o mundo.

### 5.3 Pandemia e “ecologia da ação”

Durante a pandemia da COVID-19, as escolas tiveram que se valer de possibilidades remotas<sup>69</sup> para disponibilizar conteúdos e aulas on-line, considerando que 39% dos estudantes de escolas públicas urbanas não têm computador ou *tablet* em casa, como mostrou a pesquisa TIC Educação (CETIC, 2019). Nas escolas particulares, o índice é de 9%. A pesquisa apontou que somente 14% das escolas públicas brasileiras desenvolviam algum trabalho pedagógico utilizando plataformas virtuais antes da pandemia.

A mesma pesquisa constatou que 21% dos estudantes de escolas públicas acessam a internet exclusivamente pelo celular (nas regiões Norte e Nordeste, o índice chega a 26% e 25%, respectivamente), algo que na rede privada é de apenas 3%. Somente 14% das escolas públicas tinham o hábito de usar ou tinham institucionalmente algum ambiente virtual antes da pandemia. Para 79% dos professores, a ausência de cursos específicos para uso pedagógico da tecnologia dificulta o trabalho.

Já a pesquisa TIC COVID-19, realizada pela mesma instituição durante a pandemia, ilustra a ausência de equipamentos adequados, como o computador, para o estudo nas residências. Dos usuários de internet com 16 anos ou mais das classes DE, 74% acessam a rede

---

<sup>69</sup> Dentre as possibilidades remotas utilizadas: planos de internet pelo celular subsidiados pelas secretarias de educação, distribuição de material impresso e transmissão de aulas pela televisão.

exclusivamente pelo telefone celular, percentual que é de 11% entre os usuários das classes AB. Entre os que frequentam escola ou universidade, o celular aparece também como a ferramenta utilizada com maior frequência (37%) para assistir às aulas e atividades educacionais remotas; 54% dos usuários das classes DE, 43% das classes C e 22% das classes AB. Dentre as barreiras para o ensino remoto na pandemia, destaca-se a dificuldade de comunicação com os professores (38%) e a falta ou a baixa qualidade da conexão à Internet (36%).

Na edição 2020 da pesquisa TIC Educação, divulgada em 2021, as dificuldades de pais ou responsáveis na orientação e apoio aos alunos nas atividades escolares estão entre os principais desafios enfrentados pelas escolas para a realização de atividades pedagógicas, segundo 93% dos gestores escolares do Brasil. Os dados ainda indicam que a falta de dispositivos, como computadores e celulares, e o acesso à Internet nos domicílios dos alunos estão entre os desafios mais citados pelos gestores escolares (86%).

A "solução" para o problema foi rapidamente aderir a serviços – de comunicação via videoconferência e aplicativos de produtividade – oferecidos por grandes plataformas comerciais que utilizam largamente IA e dados como modelo de negócio, como mostrou o levantamento<sup>70</sup> realizado em 2020 pelos institutos Alana, Educadigital e Intervezes.

Sob pressão para atender os estudantes remotamente e, sem conhecimento sobre como funcionam os modelos de negócio baseados em IA, secretarias de educação e universidades passaram a utilizar serviços ofertados como “gratuitos” por grandes empresas de tecnologia sem esboçar nenhuma preocupação em relação à transparência sobre uso dos dados de professores e alunos (LIMA, 2020).

Em nota técnica<sup>71</sup> assinada no início da pandemia com outras entidades educacionais, a Campanha Nacional pelo Direito à Educação cobrou das redes de ensino a disponibilização de dados e informações que permitissem monitorar eventuais efeitos da discriminação educacional, garantindo que ações emergenciais pudessem ser aprimoradas em tempo hábil para corrigir rumos e prevenir distorções. A solicitação não foi atendida.

A adoção de plataformas comerciais vem ocorrendo, sobremaneira, sob uma perspectiva utilitarista e ferramental, ignorando riscos e implicações relacionados ao uso de dados e à vigilância, especialmente por serem ofertadas de maneira gratuita pelas empresas que atualmente dominam a economia mundial, as chamadas *Bigtech*. O "grátis", na verdade, é pago

---

<sup>70</sup> Levantamento de plataformas utilizadas pelas secretarias de educação na pandemia. Disponível em: <https://onlyo.co/2VCQy9w>. Acesso em 10 nov. 2021.

<sup>71</sup> Íntegra da nota técnica. Disponível em: [https://media.campanha.org.br/acervo/documentos/COVID-19\\_NTDados\\_2020\\_05\\_Diagramado\\_vf.pdf](https://media.campanha.org.br/acervo/documentos/COVID-19_NTDados_2020_05_Diagramado_vf.pdf). Acesso em 20 jun. 2021.

com dados pessoais e dados estratégicos (CÓRDOVA, 2018), além de repassar toda a responsabilidade pela utilização às respectivas instituições (secretarias de educação) ao aceitarem os termos e políticas de privacidade dessas empresas, que são respaldados em legislações dos respectivos países em que mantêm seus servidores.

Para o filósofo israelense Yuval Harari, em seu livro *21 Lições para o Século 21* (2018), se não considerarmos a IA como um campo de estudo em toda sua multidimensionalidade, podemos ter em um futuro breve retrocessos em relação à liberdade, criatividade e inovação.

Tal atitude do poder público, ainda que parta de boa intenção (resposta rápida à impossibilidade do presencial, evitar burocracia e não oneração dos cofres públicos etc.) foi pouco refletida e não considerou um princípio fundamental da complexidade que é a “ecologia da ação”, como explica Morin (2005, p. 80), “desde o momento em que um indivíduo empreende uma ação, qualquer que seja ela, esta começa a escapar de suas intenções... o meio ambiente apossa-se dela num sentido que pode se tornar contrário ao da intenção inicial.”

Além de aceitar os termos e as condições para ter acesso sem custo a serviços robustos de videoconferência, compartilhamento de arquivos, dentre outros (AMIÉL et al., 2021), as redes de ensino têm intermediado o treinamento de professores e servidores públicos da gestão no uso de aplicativos proprietários dessas empresas, principalmente Google e Microsoft. Diferentes secretarias, estaduais e municipais, divulgaram suas ações de “ensino remoto” sem consciência de que estavam, ao mesmo tempo, assumindo o papel de agentes propagandistas de plataformas comerciais.

Em relatório publicado em 2021, Blikstein et al. expõe essa situação:

Essa prática evidencia um enorme vácuo no campo da formação docente. Esse tipo de treinamento em produtos corporativos pode tornar as redes de ensino dependentes de fornecedores específicos, sem controle público. O letramento tecnológico dos docentes precisa ser amplo e independente de tecnologias proprietárias e fechadas. Gestores devem calcular os riscos de formar um time de educadores versado em apenas uma linguagem, ferramenta ou plataforma específica (BLIKSTEIN et al., 2021, p. 21).

Alguns exemplos de *cards* de divulgação foram revelados por redes de ensino durante a pandemia (figura 9) com o propósito de evidenciar a “parceria” com empresas de tecnologia para o ensino remoto e a respectiva “formação” docente. No intuito de mostrar que, mesmo no distanciamento físico, estavam realizando atividades educativas, as redes de ensino acabaram realizando publicidade gratuita para as empresas privadas.

Como previsto e alertado por ativistas e demais pesquisadores atentos ao fenômeno da corrida pelo “grátis”, em maio de 2021, a empresa Google anunciou<sup>72</sup> que vai encerrar o serviço sem custo de “drive” (pasta de armazenamento de arquivos) ilimitado para universidades, obrigando as instituições a comprar o serviço, uma vez que a comunidade já o utiliza com familiaridade. Complementando, o Google usou estratégia básica de marketing, como a “fidelização” de usuários por meio de brindes, descontos dentre outras promoções (CRUZ; VENTURINI, 2020).

---

<sup>72</sup> Matéria completa do TecMundo de 7/5/2021. Disponível em: <https://www.tecmundo.com.br/ciencia/216882-google-encerra-nuvem-ilimitada-universidades-buscam-alternativas.htm>. Acesso em 20 dez. 2021.

**Escola Digna**  
1200 vagas  
Formação sobre o Google Meet e Google Sala de Aula  
Período do curso:  
22 de setembro a 03 de outubro.  
C/H: 20 horas.  
**Inscrições abertas para o curso de:**  
Ferramentas Google  
Início em Março 2020  
Formação para professores e alunos  
Informações NTE - Castanhal

**Google e Microsoft promovem formação para 80 mil professores da Rede Municipal de Ensino**  
COLÓQUIOS TEMÁTICOS NA PLATAFORMA GOOGLE CLASSROOM  
Quarta-feira, 20 de maio, às 14h  
Confira os temas da semana →

**VEM AÍ!**  
ALUNO NA REDE  
Implementação da educação digital com o uso das ferramentas Google!  
<https://onlyo.co/2VCQv9w>

**Live: Trabalhando com turmas no Microsoft Teams**  
30/07  
15:30h

**LETRAMENTO DIGITAL**  
MÓDULO CLASSROOM PRA QUE TE QUERO  
04/08/2020 - 17h - Terça-feira  
[www.youtube.com/tvseducrs](http://www.youtube.com/tvseducrs)  
AULÃO TIRA-DÚVIDAS  
PRIMEIROS PASSOS COM O GOOGLE SALA DE AULA  
AULA ON-LINE

Figura 9: exemplos de publicidade sobre "formação" docente e discente de diferentes redes de educação. Colagem, elaboração minha.

Como nos diz Morin (2005, p. 81), “uma visão simplificada linear tem todas as chances de ser mutiladora”. Por exemplo, aderir a plataformas comerciais para rapidamente responder à crise da pandemia, remete ao comportamento social equivocado de “máquina trivial”, como se fosse possível conhecer todos os *inputs* e *outputs* e assim prever as reações e consequências (MORIN, 2005). E mais, demonstra o enfraquecimento da função do serviço público em detrimento dos interesses privados.

A pesquisadora e professora da PUC-SP, Dora Kaufman, traz indagações sobre esse tema que deveriam estar sendo feitas pelo Ministério e Secretarias de Educação:

As escolas estão aderindo a plataformas educativas ofertadas por grandes empresas de tecnologia sem o necessário conhecimento de educadores, professores e pais. Os dados que os alunos geram na interação com essas plataformas têm sua privacidade protegida? Qual a origem dos algoritmos e qual a composição das bases de dados onde eles foram treinados? Algum órgão dedicado à educação, como o MEC, auditou essas plataformas? As metodologias inseridas nessas plataformas são efetivamente adequadas ao aprendizado do aluno brasileiro? (KAUFMAN, 2021d).

Educadores, estudantes e famílias precisam compreender melhor as novas formas de manipulação e vigilância que estão sendo feitas por meio de dados coletados pelas tecnologias de inteligência artificial. A implementação de tecnologias de IA nas escolas pode expor estudantes e educadores à coleta massiva de dados. Ponderações pertinentes devem permear as escolhas, como exigir transparência sobre quais dados serão utilizados, para qual finalidade e por quanto tempo. Ao trazer uma tecnologia de uma empresa para dentro da escola para que os alunos a utilizem – ou mesmo implementar uma tecnologia totalmente elaborada pelo sistema público – é fundamental assegurar que os dados de crianças e adolescentes coletados sejam protegidos.

A Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD) (BRASIL, 2018), em vigor desde agosto de 2020, tem um artigo específico sobre o tratamento de dados pessoais de crianças e adolescentes, que demonstra, como pontua Angelini et al.:

“[...] a importância de se considerar a maior vulnerabilidade dessa população no que se refere à capacidade de compreensão e consentimento sobre o uso de seus dados, bem como, as maiores implicações de vigilância, uma vez que estarão mais expostas ao longo da vida. [...] No caso de crianças e adolescentes, o uso de dados pessoais é ainda mais preocupante, pois permite conhecer preferências, perfis de consumo, interesses, estado de saúde e outras tantas informações que podem ser danosas para esses seres em início da vida, uma vez que os dados podem ser utilizados de forma a prejudicá-los ou para influenciar e manipular o seu comportamento e conduta. Por exemplo, isso pode ocorrer a partir da criação de um perfil (*data profiling*) que associe a um jovem atos e comportamentos futuros, podendo acarretar a perda de uma oportunidade de emprego, a discriminação na seleção de uma bolsa de estudos, dentre outros (ANGELINI et al., 2021).

A responsabilidade pelo tratamento de dados não pode ser atribuída apenas da família. O Estado tem papel crucial nessa questão, a partir da promoção de implementação de políticas públicas voltadas para a segurança de dados, o incentivo a práticas de formação docente e atividades curriculares com estudantes, incluindo a compreensão sobre privacidade e proteção de dados.

O governo britânico instituiu, em setembro de 2020, o *Children's Code*, uma codificação de 15 padrões sobre proteção de dados para crianças que serviços on-line, sediados ou não no país, devem seguir. Vale para aplicativos, *games*, buscadores, plataformas, sites, mensageria, redes sociais e qualquer outro serviço que possa ser acessado por crianças, mesmo que elas não sejam o público principal destinado. Baseados na lei de proteção de dados europeia, os padrões envolvem, por exemplo, considerar o melhor interesse da criança no desenho de uma solução tecnológica e desligar o perfilhamento por padrão.

Outra discussão pertinente já levantada por Saviani (2018), Paro (2012) e Peroni (2016) é a discrepância entre os objetivos e valores comerciais próprios do mercado e os valores relacionados à educação como um direito humano e um bem comum.

Organizado pela Iniciativa Educação Aberta, o Observatório Educação Vigida vem mapeando o aumento dos acordos entre instituições públicas de educação (universidades, redes estaduais e municipais) e grandes corporações de tecnologia (*Big Techs*) no Brasil e na América do Sul. Dados de agosto de 2021 indicam que 66% das instituições hospedam seus serviços de e-mail no Google ou na Microsoft. O cenário é acentuado para secretarias estaduais: 75% dos servidores estão associados às mesmas empresas; nas universidades estaduais, o índice chega a 86% (PRETTO et al., 2021).

Análise sobre tais acordos entre instituições públicas de educação por meio de contratos e termos obtidos via Lei de Acesso à Informação (BRASIL, 2011) mostrou a adesão massiva a serviços em “nuvem” de empresas privadas e pouca clareza quanto às condições de adesão (AMIEL et al., 2021).

*Acepto las condiciones* é o título do livro do pesquisador chileno Cristóbal Cobo (2019), sênior fellow do Inter-América Dialogue, já traduzido para o português e o inglês, que escancara questões de poder, controle, desigualdade que, invariavelmente, ficam ocultas na linguagem rebuscada dos termos e políticas das plataformas. “O primeiro passo para não ser manipulado está em entender as formas de poder, controle e dependência que existem hoje” (COBO, 2019, p. 26).

Estudo realizado pela Iniciativa Educação Aberta sobre termos e políticas das versões “education” das empresas Google e Microsoft, as mais utilizadas pelas redes educacionais,

mostrou que embora sejam traduzidos para o português, os textos desses documentos trazem embasamento jurídico de normativas dos países sede dessas empresas.

Em artigo sobre o centenário de Paulo Freire, a pesquisadora Luciana Utsumi (2021), afirma que a pandemia revela “de maneira cruel como o capitalismo neoliberal incapacitou o Estado para responder às emergências”. A imediata transferência da responsabilidade pública para o setor privado é medida tomada sem previsão das consequências (ecologia da ação, de Morin). Some-se a isso o aumento da intensidade de trabalho docente para o cumprimento do uso de plataformas para aulas remotas.

O ensino remoto emergencial é, portanto, uma forma ainda mais precarizada em relação à educação a distância, visto que favorece o processo de uberização do professor além de precarizar o ensino. Professores transformaram as suas casas em salas de aula, utilizam equipamentos pessoais, dispõem recursos financeiros para arcar com as custas de adequação de espaços para as atividades por meio de vídeoaulas (síncronas ou gravadas), energia elétrica e triplificação do tempo empregado nas atividades docentes como, por exemplo, a preparação de aulas e construção de diferentes atividades – fóruns, questionários on-line, webquests, chats, videoconferências, avaliações e atendimento aos alunos por meio de WhatsApp, email, redes sociais e telefone (COSTA, 2020, p. 11-12 apud UTSUMI, 2021).

Ao refletir sobre as concepções de vida humana presentes em Paulo Freire e Edgar Morin, as pesquisadoras Sensato e Hessel (2021) afirmam que os dois autores são críticos à sociedade de resultados, marcada pela hipervalorização do sujeito produtivo. Em sua função, a educação precisa favorecer que o indivíduo possa “empoderar-se, perceber-se como sujeito histórico capaz de decidir sobre a sua trajetória, compreender o seu contexto e valorizar uma ética democrática coletiva (SENSATO; HESSEL, 2021, p. 35).

Conforme Santos Neto (2004 apud UTSUMI, 2021), a maioria dos educadores e gestores públicos foram formados dentro de uma tradição de educação bancária (sem criticidade, apenas meramente reprodutora) que não os estimulou refletir ponderadamente sobre o papel da educação pública como um direito. Quando não se tem consciência de seu papel, dificilmente se pode esperar alguma análise criteriosa diante de “soluções imediatistas” que são apresentadas, apenas agem como “reprodutores da estrutura dominante que explora, nega o humano e a autonomia” (UTSUMI, 2021, p. 205).

#### 5.4 Orientadores curriculares da atualidade e suas lacunas

A Constituição Federal brasileira (BRASIL, 1988) estabelece que a educação é direito de todos e dever do Estado e da família e que deve ser promovida e incentivada com a colaboração da sociedade; e que deve abarcar o “pleno desenvolvimento da pessoa, o preparo para o exercício da cidadania e qualificação para o trabalho”.

Os documentos oficiais que, atualmente, regem a elaboração de políticas de gestão educacional e planos curriculares trazem a intenção de eliminar o ranço ultrapassado de ensino puramente transmissor de conteúdos para destacar a aprendizagem por competências. A Base Nacional Curricular Comum (BNCC) (BRASIL, 2017) é um exemplo vigente homologado em meio a controvérsias, principalmente sob a acusação de falta de diálogo com a sociedade civil e os docentes, ou seja, mais uma política sendo implementada de forma *top down* (CASSIO, 2018). A BNCC hoje contempla todas as etapas da educação básica (educação infantil, ensino fundamental e ensino médio). Para Petraglia e Arone (2021):

Outras questões que têm preocupado setores da sociedade acerca da BNCC é o que diz respeito à fragmentação do conhecimento, o baixo nivelamento pretendido, a ausência de prioridade outorgada às disciplinas das humanidades e a falta de perspectivas crítico-reflexivas capazes de preparar o estudante para o exercício consciente de autoanálise e autocrítica (PETRAGLIA; ARONE, 2021, p. 24).

O documento inicial da BNCC encaminha 10 competências gerais (figura 10) que convalidam a necessidade de a educação contemplar aspectos relacionados ao desenvolvimento socioemocional, ressaltados pela UNESCO no final dos anos 1990: aprender a aprender, aprender a fazer, aprender a conviver e aprender a ser (DELORS, 1996).

Uma das competências em destaque contempla especificamente a “cultura digital”, e outra, destaca o digital em “conhecimentos” o que pode parecer por si só um avanço. No entanto, em uma leitura mais atenta, observa-se a “fragmentação” do tema em apenas dois itens. Há que se considerar, ainda, os processos e estratégias que acompanham a implementação, a diversidade de fatores envolvidos, tais como, condições de trabalho, desenvolvimento profissional de educadores, salários, conectividade, políticas inclusivas, dentre outros. Alguns pesquisadores ainda chamam a atenção para a indução de padronizações, redução da autonomia docente, venda de material escolar e avaliação em larga escala (SUANNO, 2021, vídeo) que a BNCC pode ocultar.

## COMPETÊNCIAS GERAIS DA NOVA BNCC



**Figura 10:** Competências gerais da nova Base Nacional Curricular Comum. Disponível em: <http://inep80anos.inep.gov.br/inep80anos/futuro/novas-competencias-da-base-nacional-comum-curricular-bncc/79>. Acesso em 8 ago. 2021.

Compartimentar o digital ou a tecnologia em uma ou duas competências demonstra, por parte dos formuladores, uma visão pouco aprofundada dos impactos que a contemporaneidade da tecnologia traz para a sociedade e do reconhecimento da criticidade docente (FREIRE, 2002). Se o que a competência pede pode ser traduzido por uma “fluência digital” acrítica, isto é, uma mera habilidade a ser adquirida pelo indivíduo aprendente, a BNCC poderia até se somar à lista de documentos sobre IA na educação analisados por Schiff (2021) (ver capítulo 3.2), pois também concebe a educação unicamente utilitarista.

A BNCC traz, ainda, competências específicas para cada etapa de ensino. Para o Ensino Fundamental, por exemplo, cada um dos nove componentes curriculares das cinco áreas do conhecimento traz competências diversas e habilidades específicas. Vamos considerar, como exemplo, a habilidade EF69LP06 dentro da competência “Compreender a língua como fenômeno cultural, histórico, social, variável, heterogêneo e sensível aos contextos de uso,

reconhecendo-a como meio de construção de identidades de seus usuários e da comunidade a que pertencem”. Importante notar que o texto fala em “web 2.0”, conceito de 20 anos atrás:

(EF69LP06) Produzir e publicar notícias, fotodenúncias, fotorreportagens, reportagens, reportagens multimidiáticas, infográficos, podcasts noticiosos, entrevistas, cartas de leitor, comentários, artigos de opinião de interesse local ou global, textos de apresentação e apreciação de produção cultural – resenhas e outros próprios das formas de expressão das culturas juvenis, tais como vlogs e podcasts culturais, gameplay, detonado etc. – e cartazes, anúncios, propagandas, spots, jingles de campanhas sociais, dentre outros em várias mídias, vivenciando de forma significativa o papel de repórter, de comentador, de analista, de crítico, de editor ou articulista, de booktuber, de vlogger (vlogueiro) etc., como forma de compreender as condições de produção que envolvem a circulação desses textos e poder participar e vislumbrar possibilidades de participação nas práticas de linguagem do campo jornal e do campo mídia de forma ética e responsável, **levando-se em consideração o contexto da Web 2.0, que amplia a possibilidade de circulação desses textos e “funde” os papéis de leitor e autor, de consumidor e produtor** (BRASIL, 2018, p. 140-179, grifo nosso).

O texto demonstra uma lacuna considerável por parte dos gestores-formuladores sobre as transformações contemporâneas da cultura digital. O conceito de “Web 2.0” surgiu em meados dos anos 2000, com as redes sociais, facilitando a criação e publicação de conteúdos diretamente pelas pessoas por meio de blogs descentralizados, configurando a fase otimista da web, como mencionado no subcapítulo 5.2 desta dissertação. Com o passar dos anos, a “Web 2.0” acabou levando à ascensão de grandes empresas e suas plataformas, monopolizando a forma como as pessoas produzem conteúdos e construindo algoritmos de IA baseados em dados que recomendam conteúdos, ou seja, a descentralização não é mais o modus operandi da web. Atualmente, já se fala em “Web3”, ligada ao metaverso, que motivou, inclusive, a empresa Facebook a mudar de nome para Meta<sup>73</sup>.

Sabemos que a BNCC se propõe a apoiar a construção de currículos e que, a depender da apropriação que gestores e docentes façam dela, é possível desenhar possibilidades educativas inovativas. Porém, em termos de política pública e de educação como um direito, não se pode desconsiderar a visão de coletividade e institucionalidade de normativas ou diretrizes como essa. O documento que baliza a criação de currículos ainda traz uma concepção “ultrapassada” em vez de sugerir o debate reflexivo e crítico sobre as constantes transformações no cenário digital.

Ferramental e longe do pensamento complexo também está a Base Nacional Comum para a Formação Inicial e Continuada de Professores da Educação Básica (BRASIL, 2019)

---

<sup>73</sup> A Web3 difere da Web 3.0, como explica o professor Diogo Cortiz, da PUC-SP. Disponível em: <https://diogocortiz.com.br/o-que-e-web3-uma-breve-historia-para-entender-de-onde-veio/>. Acesso 5 jan. 2022.

instituindo um currículo de formação docente unicamente para a implementação da BNCC, na direção contrária à proposta da Resolução do Conselho Nacional de Educação nº 2 de 2015 (VILASBOAS; GAMA, 2020). As autoras citadas fizeram uma análise comparativa entre os dois documentos, sendo que a Resolução foi anterior à Base e, ao contrário da Base, foi construída com intenso esforço coletivo:

[...] as perspectivas de concepção de formação evidenciadas no documento CNE/CP nº 2/2015 é baseado na docência, e a pesquisa como aspecto central na formação, já a nova Base tem como priori em sua concepção a ideia de competências e habilidades [...] uma concepção de formação reprodutivista que objetiva a subordinação dos professores a um único documento a ser seguido. No novo documento também desarticula a formação inicial das condições de trabalho docente [...] (VILASBOAS; GAMA, 2020, p. 24).

O termo “inteligência artificial” só aparece nas diretrizes curriculares do Novo Ensino Médio (BRASIL, 2018), e apenas no componente curricular de matemática, para a compreensão da lógica de funcionamento da IA. Como se aprender sobre a IA e seus impactos (sociais, econômicos, ambientais etc.) deva ser restrito ao campo da matemática. Como ressaltam Isotani e Bittencourt (2018):

Não há como ignorar o debate sobre a ética na IAED. Tal temática é fundamental, pois, o que se percebe, nas pesquisas e soluções das empresas, é um verdadeiro vácuo moral. Pouco tem sido feito e muitos são os riscos que essa tecnologia pode trazer para a humanidade (ISOTANI; BITTENCOURT, 2018, p. 30).

Mesmo com o uso da tecnologia no cotidiano das escolas e dos estudantes se tornando uma realidade, nem sempre seus atores (estudantes, pais, educadores e gestores educacionais) têm pleno conhecimento acerca das implicações da tecnologia sobre o cotidiano. Cada vez mais, as tecnologias dependem dos nossos dados pessoais para se tornar mais eficiente e gerar decisões automatizadas. Não existe outro caminho para vislumbrar relações sociais assertivas, a partir dos constantes avanços e transformações geradas pelas tecnologias que não passe pela educação: compreender os riscos envolvidos e a forma como o relacionamento das pessoas com o digital molda a realidade.

A título de comparação com a BNCC, vale mencionar um dos documentos mais reverenciados por educadores que trabalham com tecnologia educacional. Trata-se do *ISTE Standards*, produzido pelo International Society for Technology in Education (ISTE) (2021), um conjunto de “padrões” (na tradução literal de “standards”) que sugerem quais aprendizagens

devem ser consideradas na era digital, alinhadas aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ONU, 2015) e, ainda, parece valorizar uma postura criativa e inventiva.

Em relação aos estudantes, por exemplo, o documento (quadro 3) traz sete categorias que remetem a atitudes e posturas que parecem contemplar a tecnologia de forma integradora. Na categoria “Aluno empoderado”, aparece que, além de compreender o funcionamento de certos aplicativos que podem auxiliar seu próprio processo de aprendizagem, também devem saber como construir redes colaborativas e compreender os conceitos fundamentais sobre como a tecnologia funciona, em especial as tecnologias emergentes.

Na categoria “Cidadão Digital”, os estudantes devem saber reconhecer seus direitos e responsabilidades para viver, aprender e trabalhar em um mundo digital interconectado, atuando de maneira segura, legal e ética. Nesta categoria aparecem temáticas que são praticamente ignoradas no Brasil, tais como: aprender sobre direito autoral, privacidade e alfabetização em dados. O aprender sobre como seus dados são utilizados também é destacado na categoria “Pensador Computacional” que, por sua vez, também destaca coleta, análise e representação de dados.

Segue um resumo adaptado do que o *ISTE Standards* considera crucial no desenvolvimento da educação no contexto digital:

1.1 Empoderamento do aluno	Os alunos aproveitam a tecnologia para desempenhar um papel ativo na escolha, realização e demonstração de competências relacionadas com seus objetivos de aprendizagem, informados pelas ciências da aprendizagem.
1.2 Cidadão digital	Os estudantes reconhecem os direitos, responsabilidades e oportunidades de viver, aprender e trabalhar em um mundo digital interconectado, por isso dão o exemplo e agem de forma segura, legal e ética nele.
1.3 Construtor de conhecimento	Os estudantes avaliam criticamente uma variedade de recursos usando ferramentas digitais para construir conhecimento, produzir artefatos criativos e desenvolver experiências de aprendizagem significativas para si mesmos e para os outros.
1.4 Designer inovador	Os estudantes utilizam uma variedade de tecnologias no processo de projeto para identificar e resolver problemas, criando soluções novas, úteis e imaginativas.
1.5 Pensador computacional	Os estudantes desenvolvem e empregam estratégias para compreender e resolver problemas de forma a aproveitar o poder dos métodos tecnológicos para desenvolver e testar soluções.
1.6 Comunicador criativo	Os estudantes se comunicam claramente e se expressam criativamente para uma variedade de propósitos, utilizando as plataformas digitais, ferramentas, estilos, formatos e mídias apropriadas para seus objetivos.

1.7 Colaborador global	Os estudantes usam ferramentas digitais para ampliar suas perspectivas e enriquecer seu aprendizado colaborando com outros e trabalhando efetivamente em equipe, local e globalmente.
------------------------	---

**Quadro 3:** Standards ISTE para estudantes, tradução livre. Disponível em: <https://www.iste.org/es/standards/iste-standards-for-students>. Acesso em 2 dez. 2021.

Abstraindo a rigidez do termo “padrão”, com conotação relacionada a produtos e não pessoas, e substituindo por “postura” que remete ao conceito de transdisciplinaridade, ou seja, aquele que vai além dos aspectos cognitivos, abarcando também “o mundo emocional, intuitivo e espiritual do sujeito, para que o processo educacional possa verdadeiramente ecoar na subjetividade dos educandos e promover a evolução de sua consciência (MORAES, 2014, p. 34).

A transdisciplinaridade, como destaca Suanno, não requer abandono das disciplinas:

Propõe-se que os contextos educativos, com rigor, abertura e tolerância, busquem religar, globalizar, enfim, transdisciplinarizar os conhecimentos, os saberes, as emoções. Possibilitando a construção de uma nova percepção da realidade, oportunizando a ampliação da consciência e desenvolvendo, assim, o cognitivo, o afetivo, o imaginativo, ampliando o compromisso dos sujeitos com a própria vida, com a vida coletiva, com o bem comum e com a construção de uma consciência planetária (SUANNO, 2014, p. 121).

Para Nicolescu (2000):

[...] o prefixo “trans” indica, diz respeito àquilo que está ao mesmo tempo entre as disciplinas, através das diferentes disciplinas e além de qualquer disciplina. Seu objetivo é a compreensão do mundo presente para o qual um dos imperativos é a unidade do conhecimento (p. 11).

Como definiu Petraglia (2013), interdisciplinaridade não é o mesmo que transdisciplinaridade. Enquanto a primeira enfatiza a totalidade, a transdisciplinaridade religa saberes, atribuindo a cada um a mesma importância. A autora diferencia interdisciplinaridade de transdisciplinaridade. A inter tem como compromisso o todo, a trans religa os saberes atribuindo aos saberes a mesma importância, não importando o ponto de partida ou de chegada. Pensar uma didática é pensar finalidades, objetivos, conteúdos, relações, mediações, papéis dos atores envolvidos, pensar metodologias, processos avaliativos e isso ainda precisa ser organizado em repertórios, em caminhos, iniciativas marginais criativas que pipocam possibilidades.

Quem pronunciou pela primeira vez a palavra "transdisciplinaridade" foi o teórico do construtivismo Jean Piaget durante um colóquio em 1970, voltando a utilizá-la em 1972 e em

1977: “[...] esta etapa deverá posteriormente ser sucedida por uma etapa superior transdisciplinar” (1999, p. 150). Os termos “pluridisciplinaridade” e “interdisciplinaridade” não mudam a relação homem/saber apenas pela noção de integração, já a transdisciplinaridade reconhece vários níveis de realidade e remete ao sentido de interação (NICOLESCU, 2000, p. 150).

Para Moraes (2015, p. 93) a transdisciplinaridade “reintroduz e reafirma uma nova epistemologia do sujeito e da subjetividade humana, abrindo o campo do conhecimento não apenas aos conhecimentos disciplinares, mas também às histórias de vida e aos saberes não acadêmicos e às tradições”.

## 6. O PENSAR COMPLEXO COMO DESAFIO EDUCACIONAL

*Esperança não é certeza, traz consciência dos perigos e das ameaças, mas nos faz tomar partido e fazer apostas.*

(MORIN, 2021, p. 94).

### 6.1 Complexidade, educação e IA no contexto contemporâneo

Com 100 anos completados em 2021, Edgar Morin manteve sempre diálogo com fatos e acontecimentos de seu tempo, incentivando reflexões críticas para produzir relações entre teorias, práticas e existências, problematizando questões da atualidade. Pensar a complexidade no mundo contemporâneo, envolve compromisso com formação que humaniza, que articula razão, emoção e corporeidade, que vai além de métodos e técnicas.

No livro *É hora de mudarmos de via: lições do coronavírus*, Morin (2021) atribui à pandemia o escancarar de uma crise que expõe a “relação de interdependência da humanidade e que o fenômeno, na verdade, é um somatório de crises que já estavam em curso, quais sejam: políticas, econômicas, sociais, ecológicas, nacionais e planetárias” (OLIVEIRA JUNIOR, 2021, s.p). Morin chama também a atenção para a necessidade de valorizar a solidariedade e a democracia, uma vez que as técnicas de rastreamento para conter a propagação do vírus aumentou o grau de vigilância de pessoas.

Riscos e benefícios da tecnologia são contradições constantes que precisam ser considerados. Quem faz a tecnologia que decidimos utilizar? Com qual objetivo? De onde vêm e como são produzidos os componentes de um dispositivo digital? Há impactos ambientais envolvidos? Qual o modelo de negócio por trás de um serviço gratuito? Como utilizam dados pessoais? É possível pensar em soluções, usos e processos éticos para a IA, uma vez que a coleta e processamento massivo de dados podem implicar no aumento da vigilância, na restrição da autonomia dos indivíduos, na redução da liberdade de expressão? Essas são algumas das indagações que raramente estão presentes nos planejamentos pedagógico-curriculares.

O teórico político Langdon Winner impactou profundamente os estudos sobre a intersecção entre tecnologia e sociedade ao publicar o artigo intitulado *Artefatos têm política?* (1980). Winner defendeu que artefatos tecnológicos são, de fato, políticos. Enquanto uma linha argumentativa identificava a tecnologia como neutra, destacando que apenas o seu uso, como

um objeto, pode ser aplicado para fins políticos, Winner demonstrou que a tecnologia, por si só, é política. A sua concepção passa por decisões humanas que contêm a visão de mundo do(a) cientista ou engenheiro(a). A sua forma de funcionamento também tem o poder de definir como ela será usada. Ao criar uma tecnologia, há uma decisão a ser tomada. A tecnologia pode seguir por um ou outro caminho, pode ter uma ou outra funcionalidade. Essas decisões são políticas e fazem com que a própria tecnologia também o seja. Na inteligência artificial não é diferente, pelo contrário, a IA agudiza essas preocupações.

Como ponderou Paulo Freire em entrevista para a Revista Bits, ao analisar a introdução de tecnologias na educação: “para mim, a questão que se coloca é: a serviço de quem as máquinas e a tecnologia avançada estão? Quero saber a favor de quem, ou contra quem as máquinas estão sendo postas em uso...” (FREIRE, 1984, s.p.).

O modelo de ensino ainda se pauta fortemente na formação de cidadãos funcionais, prontos para atender à demanda do mercado de trabalho da economia industrial. Por essa perspectiva, valores associados ao rendimento e à produtividade aparecem na frente de outros ligados ao respeito à coletividade, criatividade, resiliência, solução de problemas etc. Educar envolve uma complexidade de situações e contextos, um ecossistema de agentes, condições e estruturas que vão muito além do “ato de ensinar” por meio de tecnologias e/ou ferramentas.

As aplicações de IA voltadas à educação também coletam e trabalham com grandes quantidades de dados. Uma plataforma que estuda o comportamento de estudantes de forma a oferecer conteúdo, avaliações e assistência personalizada conforme suas dificuldades e necessidades, poderá ter informações preciosas, como o tempo que o aluno gasta no aplicativo ativamente estudando, onde ele realiza seus estudos, a partir de qual dispositivo acessa o aplicativo, quais são as matérias e tipos de assuntos que ele mais tem dificuldade, quais conteúdos ele tem mais interesse em acessar, quais notas recebe em avaliações, que tipos de perguntas faz para professores ou tutores virtuais.

As informações coletadas por algoritmos de IA para finalidades de personalização do ensino também dizem respeito a questões pessoais dos estudantes e, constantemente, geram questionamentos quanto à privacidade, liberdade de expressão e autonomia dos alunos. Nem sempre há transparência sobre quais são as consequências dessa coleta, do processamento e do armazenamento desses dados: qual a finalidade, quem controla, como é a segurança dos dados e por quanto tempo serão armazenados. Com a entrada em vigência da Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), espera-se que tais pontos sejam claramente identificados e esclarecidos, mas é fundamental que gestores e educadores compreendam o funcionamento das tecnologias de IA e sua relevância na economia mundial contemporânea para poder demandar o cumprimento de

princípios éticos, como o conceito do *privacy by design*<sup>74</sup> (BIONI, 2019) de forma adequada e condizente com os direitos humanos.

Crianças e adolescentes que desde muito cedo interagem com a tecnologia estão construindo um rastro de dados, um mapa sobre si mesmos que poderá acompanhá-las vida afora (COBO, 2019). Além disso, a relação educador-aluno tende a ser imersa em confiança mútua e sensibilidade. A mediação de tal relação através de máquinas pode expor o estudante a questões indesejadas. Por exemplo, em avaliações, exercícios e redações, educadores podem fazer perguntas sensíveis sobre temas familiares ou políticos. Os alunos, ao responderem a tais questionamentos, confiam na figura do educador como receptor e guardião de suas opiniões pessoais. Falta clareza, portanto, sobre o que pode acontecer caso essas respostas sejam armazenadas em ferramentas pouco transparentes sobre a segurança e uso dos dados coletados.

A imensa variedade de formatos disponível on-line contrasta com as metodologias educacionais que pouco enfatizam a necessidade de olhar além da informação encontrada, ou mesmo das fontes. Normalmente se pede que a consulta privilegie veículos oficiais ou de instituições credenciadas de governo, saúde etc. Mas a reflexão sobre como aquela informação foi obtida é praticamente inexistente. Em outras palavras, não há a preocupação de analisar quais os dados foram considerados para gerar uma dada informação. Como formar pensamento crítico se a orientação continua sendo encontrar respostas certas para perguntas prontas, inclusive em plataformas adaptativas de ensino baseadas em IA?

Quando o professor recomenda o uso de um aplicativo para uma aula, por exemplo, de Matemática, Química ou Biologia, os alunos precisam se cadastrar, compartilhando dados com esse aplicativo? Imagine se esse aplicativo for vendido. E se os dados pessoais vazarem na rede? Isso estaria relacionado totalmente relacionado ao direito à privacidade.

Nesse sentido, é importante que gestores e professores tenham consciência dos dados coletados por toda e qualquer ferramenta digital, por isso a importância de saber escolher um aplicativo seguro, de forma a promover direitos humanos digitais. Vale ressaltar, ainda como um direito digital o direito à imagem e voz, ou seja, a pessoa precisa autorizar o uso para alguma atividade específica ou mesmo para difusão. Qualquer imagem, mesmo que informativa, que registre uma atividade educativa na qual apareça alunos, professores, precisa ter autorização para ser utilizada de forma pública, por exemplo no site da escola. Escolas têm o hábito de

---

<sup>74</sup> "*privacy by design* é a ideia de que a proteção de dados pessoais deve orientar a concepção de um produto ou serviços, devendo eles ser embarcados com tecnologias que facilitem o controle e a proteção das informações pessoais". (BIONI, 2019 p. 231)

inserir esse aspecto nos contratos de prestação de serviços. Da mesma forma, alunos não podem tirar foto nem gravar aulas sem o consentimento do professor.

Não é de se admirar, portanto, que o uso massivo de dados tenha potencial de minar direitos como o acesso à informação, a proteção de dados pessoais e a liberdade de expressão, ou seja, todos os aspectos da nossa vida passam ser dadificados, e nossa autonomia e liberdade podem ficar reféns de empresas, Estados, e outras entidades que têm acesso e controle aos dados.

A Declaração Universal dos Direitos Humanos foi promulgada pela ONU em 1948, alguns anos após a Segunda Guerra Mundial, e apresenta 30 artigos que ressaltam valores como liberdade, vida e respeito, considerando as relações de convívio em sociedade. Em 2016, a ONU reconhece os direitos digitais como uma extensão dos direitos exercidos pelos cidadãos e incentiva que os países promovam a conexão e garantam um ambiente digital seguro, com liberdade de expressão, sem discriminação e inclusivo<sup>75</sup>. Assim, os Direitos Digitais são Direitos Humanos considerando a internet cada vez mais presente e mediando as formas de comunicação e convivência entre as pessoas. Nesse sentido, a internet é também um espaço para exercer direitos. Um desses direitos é o direito de acesso à informação, essencial para a construção da democracia.

No Brasil, o direito à informação está previsto na Constituição Federal, ou seja, é um direito desde 1988. Na época da ditadura militar, por exemplo, não havia cultura da transparência, ao contrário, imperava a lógica do argumento de “segurança nacional” para manter em sigilo questões relativas à segurança e ações dos governos em geral.

Cada vez mais evidenciado na contemporaneidade, o direito à privacidade e proteção de dados diz respeito ao fato de toda pessoa ter o direito de selecionar quais aspectos da sua vida pessoal deseja compartilhar com terceiros. Já o direito à proteção de dados significa que a pessoa tem o direito de não ter suas informações pessoais compartilhadas com outras pessoas ou empresas sem autorização. Cabe às instituições, sejam empresas ou governos, garantir a segurança desses dados, inclusive contra ataques (segurança digital).

É importante diferenciar “proteção de dados pessoais” e “privacidade”. Privacidade é algo que não é público, diz respeito à intimidade e à vida privada e está contemplada em diversas legislações brasileiras como a Constituição Federal, o Código Civil e o Marco Civil da Internet. Já “dados pessoais” não importa se são públicos ou privados para que possam ser protegidos. Nesse sentido, proteção de dados pessoais se relaciona com o direito à privacidade,

---

<sup>75</sup> Mais detalhes em: [https://www.article19.org/data/files/Internet\\_Statement\\_Adopted.pdf](https://www.article19.org/data/files/Internet_Statement_Adopted.pdf). Acesso em 5 jan. 2022.

mas vai além, pois diz respeito à igualdade, acesso a informação, liberdade de expressão, dentre outras questões.

E o que significa tratamento de dados? A palavra tratamento tem uma interpretação bem ampla na Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD). Pode dizer respeito a cruzamento, levantamentos estatísticos, extração de informações, arquivamento, distribuição, processamento, classificação e compartilhamento. É justamente a partir do tratamento de dados que se cria a identidade das pessoas.

É raríssimo que encontremos alguma prática educativa na Educação Básica que tenha a intencionalidade de analisar ou debater uma legislação, mesmo que essa legislação tenha tanto impacto na nossa vida cidadã, como é o caso da LGPD. Um dos conteúdos mais importantes dessa lei envolve a previsão das condições necessárias para que alguém (controlador da informação) possa tratar os dados de uma pessoa (titular da informação) por meio de outras pessoas que vão ter contato com esses dados (operadores do tratamento da informação).

Como afirmam Martineli et al. (2021), o século XXI vem requisitando novos construtos epistemológicos, filosóficos e pedagógicos. “O processo educativo numa visão complexa necessita considerar as múltiplas diferenças individuais evitando-se a padronização e a homogeneidade no relacionamento pedagógico” (MARTINELI et al. 2021, p. 4)

Nesta perspectiva, no campo da gestão educacional, é cada vez mais urgente e necessário refletir, entender e criar novas possibilidades de planejar, gerenciar e implementar políticas educacionais que enfatizem a aprendizagem criativa agregada à ética e à conscientização da cidadania. A educação deve ter como meta formar cidadãos capazes de realizar escolhas com consciência, compreendendo sua responsabilidade na sociedade em constante transformação.

A epistemologia da complexidade proposta por Morin foi fundamentada, em especial, em sua obra *O Método*, composta por seis volumes. O primeiro volume foi publicado em 1977, e os demais em 1980, 1986, 1991, 2001 e 2004. O estilo de escrita do autor é marcado por conotações, figuras de linguagem, neologismos e diversos sinais gráficos que auxiliam o leitor a compreender que a complexidade está impregnada nos seres, na natureza e nos contextos ecologizados.

A ontologia complexa, de acordo com Moraes (2021), entende o ser humano em sua multidimensionalidade complexa e indissociável de relações sujeito/objeto e ser/realidade. Considera-se o sujeito como um ser que não separa a realidade em que vive, pois esta não existe separada dele, como também não descontextualiza o conhecimento. Para Morin, segundo Moraes (2015, p. 64), “o ser é sempre uma organização ativa, produto de interações”, daí advém

as várias dimensões dialógicas destacadas por Morin *homo sapiens-demens, faber-ludens, economicus-consumans, prosaicus-poeticus*, todos presentes em um só ser.

Como citado no capítulo 5, Morin propõe um conjunto de operadores cognitivos do pensamento complexo que pode apoiar a construção de políticas educacionais articuladas com questões contemporâneas, como a cultura digital com inteligência artificial baseada em dados. Vejamos a seguir como cada um deles pode apoiar uma nova compreensão da realidade, rumo a uma educação para o contexto da IA:

1. Princípio sistêmico-organizacional – é o que diz respeito à ligação do conhecimento das partes ao conhecimento do todo (MORIN, 2017, p. 93), sendo que o todo não é a soma das partes, pode ser mais e pode ser menos. Nesse sentido, a IA não pode ser apenas vista como ferramenta de ensino de conteúdos nem mesmo entendida unicamente como um modelo estatístico de probabilidade, mas sim como um campo de conhecimento em constante construção, do qual emergem aprendizados, resultados, relações e efeitos no ecossistema.

2. Princípio Hologramâmico – evidencia o paradoxo em que o todo está na parte e a parte está no todo (exemplo: célula, sangue, fio de cabelo). O indivíduo forma a sociedade assim como a sociedade forma o indivíduo. A operação da IA baseada em dados, do planejamento dos modelos à análise dos dados sempre envolve ação humana, uma ação que traz viés individual e social, uma vez que os desenvolvedores são afetados pela sociedade em que se inserem.

3. Princípio Retroativo – “introduzido por Norbert Wiener, permite o conhecimento dos processos auto-reguladores” (MORIN, 2017, p. 94) vai de encontro à ideia de causalidade linear, ou seja, as causas agem sobre os efeitos e os efeitos sobre as causas (ecologia da ação). Para o desenvolvimento da tecnologia de IA em si, “traduz a capacidade de um sistema para manter-se em equilíbrio diante das variações do meio. Permite comparar sempre os resultados de uma ação com um modelo pré-estabelecido” (MARIOTTI, 2007, s.p.).

4. Princípio Recursivo – bastante ligado ao retroativo, diz respeito à auto-organização, os produtos de um processo tornam-se produtores daquilo que os produziu. Envolve uma circularidade, não cabe falar de resultados sem falar de processo e vice-versa. Os efeitos de uma aplicação de IA para o ensino, por exemplo, ainda que potentes em seu propósito, não podem ser vistos como um fim em si mesmo, pois os resultados que geram nas interações com os indivíduos e seus dados vão alimentando e atualizando a aplicação. Ao considerar a adoção da IA para a educação, não se podem ignorar seus impactos sociais e ao meio ambiente.

5. Princípio da auto-eco-organização – voltado para sistemas vivos que produzem e auto-organizam a si próprios, mas dependem de elementos básicos do meio ambiente (água, ar, alimentos, convivência com outros seres). Nesse sentido, os seres humanos são autônomos, mas interdependentes. O contexto da pandemia, como destacou Morin (2021) tornou esse princípio bastante evidente para a humanidade.

6. Princípio Dialógico – há contradições que não podem ser resolvidas (paradoxos), diz respeito à ordem/desordem, aos opostos que são ao mesmo tempo antagônicos e complementares. A dialogia favorece a criatividade à medida que se aprende a conviver/lidar com os paradoxos. Não se pode, por exemplo, colocar o desenvolvimento em pesquisa e inovação em IA como antagônico à proteção de direitos humanos ou a preservação da natureza. Em educação com IA remete à consideração sobre as oportunidades e os riscos envolvidos na adoção da tecnologia e, dessa forma, poder tomar decisões assertivas.

Se há impasses que não podem ser resolvidos após um número razoável de tentativas, isso não significa que devamos fingir que eles não existem. Compreendê-los e incorporar essa compreensão às nossas táticas, estratégias e práticas é antes de mais nada uma demonstração de bom senso (MARIOTTI, 2007, s.p.).

7. Princípio de re-introdução do sujeito cognoscente – reconhece o sujeito como autor de seu processo de conhecimento e os saberes vão sendo construídos e re-construídos ao longo da história e das mudanças pelas quais a sociedade passa. Tal princípio vai totalmente ao encontro do que se espera de políticas curriculares ou mesmo de ações de governança em educação com tecnologia.

A realidade é aquilo que percebemos objetiva e subjetivamente. É o que observamos e o que sentimos e pensamos em relação ao que observamos. A postura objetiva é real, mas a pretensão de que seu resultado final seja só objetivo não é real, pois não existe conhecimento em que não entrem ao mesmo tempo a objetividade do que se conhece e a subjetividade do conhecedor (MARIOTTI, 2007, s.p.).

Como pontuou Suanno, a complexidade e a transdisciplinaridade propiciam a verdadeira inovação em educação, ecologizando os saberes, provocando metamorfoses na vida coletiva, na sociedade, na democracia, garantindo o compromisso com o bem comum, a justiça social e a sobrevivência. A autora destaca:

Para Edgar Morin, a vida é um tecido mesclado de prosa e poesia, de estado prosaico e poético, e para civilizar as relações humanas, a autoética e a autocrítica, enfim seria preciso aprender a viver para além de sobreviver. O autor propõe que se construa novos caminhos para a vida, a humanização, civilização e formação humana (SUANNO, 2017, p. 296).

Ampliar a consciência sócio-política na formação de gestores públicos e educadores, por sua vez, vai provocar nos estudantes a consciência planetária, de si no mundo e das contradições postas no mundo.

## 6.2 Desafios da gestão e formação docente

Nossa sociedade contemporânea não só está se tornando cada vez mais digitalizada em termos de oferta e acesso a serviços, como sua própria organização e administração tem se dado por meio de sistemas informatizados que regulam e medeiam atividades essenciais da vida em sociedade, como o exercício da cidadania e demais formas de participação política e cultural.

Considerar o operador cognitivo sistêmico-organizacional deveria ser pré-requisito para a composição de políticas educacionais. Não se discute mais se é preciso ou não integrar tecnologias nos processos de ensino e de aprendizagem, mas sim “como”, “qual” tecnologia e “por que” (intencionalidade). Selwyn atribui o desinteresse pelo aspecto político das tecnologias digitais a alguns fatores, tais como:

a) a distância cada vez mais acentuada entre aqueles que projetam, desenvolvem, fabricam e comercializam novas tecnologias do restante da massa que apenas as consome/utiliza; b) a tendência longa no pensamento ocidental de encarar as tecnologias digitais como ferramentas que estão apartadas da condição humana e que, por isso, podem ser usadas e descartadas a qualquer momento e sem quaisquer consequências pessoais em longo prazo; c) a crença de que as tecnologias digitais inauguram tempos e espaços inteiramente autônomos, nos quais as pessoas podem interagir e atuar, sem sofrer perturbações de suas existências off-line (2013 apud CRUZ JUNIOR, 2020 p. 1524-1525).

Esses fatores, certamente, podem ocorrer isolada ou simultaneamente e, para enfrentá-los, o pensar complexo oferece inspirações para encontrar caminhos, uma vez que a complexidade não é um paradigma em si, mas uma busca constante por novos paradigmas, ou melhor, novos pensamentos.

A partir das temáticas apresentadas nesta dissertação, permito-me elencar algumas possibilidades como “pistas” para fomentar a reflexão de gestores e educadores, bem como incentivar novas pesquisas contemplando a tríade educação-IA-pensamento complexo.

Para isso, retomo à ideia do *design thinking* mencionada nos capítulos iniciais. Como uma abordagem que prima pelo fomento ao desenvolvimento humano, a partir de valores como empatia, colaboração e experimentação prática, o DT se vincula à educação como processo

contínuo de desenvolvimento humano. Abrangente e em permanente expansão, a educação abraça uma ecologia, que, segundo explica Moraes (2021), significa “ciência das relações”, isto é, “não foca o conhecimento do objeto separado do contexto, mas sim as relações entre os objetos de conhecimento e seus respectivos contextos” (p. 230).

Segundo o princípio da “ecologia da ação”, é fundamental que os sistemas educacionais configurem estratégias a partir dos contextos em que se encontrem, e que essas estratégias tenham uma configuração aberta e flexível para que possam fazer mutações ao longo dos tempos. Se a estratégia não foi considerada no início, ainda é tempo de desconstruir e reconstruir, pois nunca pode ser encarada como estanque, afinal, “o caminho se faz ao caminhar” (MORIN, 2010 p. 182).

Buscar a pluralidade de ideias e experimentar possibilidades cabe no operador dialógico do pensar complexo. Fomenta a criatividade a partir de múltiplos olhares para a resolução de problemas concretos, sem ingenuidade nem frustração, pois considera os paradoxos em vez de tentar eliminá-los ou ignorá-los.

Especificamente sobre a web na cultura digital contemporânea, uma reforma do pensamento é necessária para que a dicotomia “produção x consumo” não seja mais foco dos discursos, já que estarão sempre presentes. Somos ao mesmo tempo produtores e consumidores de informação, conhecimento e cultura. No entanto, diante dos algoritmos de IA baseada em dados, passamos a ser também instrumentos do capitalismo de dados. Como diz Morin et al. (2003 p. 72), “a mundialidade do mercado é uma mundialidade de concorrências e de conflitos”. Para se distinguir da lógica comercial, a governança pública educacional pode buscar por alternativas em plataformas livres e abertas, comunitárias, baseadas em tecnologias de código aberto e que não usam dados para fins de lucro. Redes federadas de servidores poderiam ser adotadas por instituições educacionais públicas<sup>76</sup> em cooperação e colaboração mútua.

Vale destacar o trabalho da Iniciativa Educação Aberta<sup>77</sup> que desenvolve projetos de promoção da educação aberta, na perspectiva de licenças, tecnologias abertas e direitos digitais. Dentre os projetos, destaca-se o Escolha Livre<sup>78</sup> que apresenta um guia comentado de ferramentas e aplicativos que não utilizam dados pessoais como modelos de negócios. Também

---

<sup>76</sup> O Comitê Gestor da Internet do Brasil (CGI.br) instituiu um grupo de trabalho sobre plataformas na educação, com vistas a diagnosticar o uso de plataformas pelas redes de educação básica e superior para buscar alternativas em prol da soberania nacional de dados. Disponível em: <https://www.cgi.br/resolucoes/documento/2020/020/>. Acesso 5 jan. 2022.

<sup>77</sup> Mais informações em: <https://www.aberta.org.br>. Acesso em 2 jun. 2021.

<sup>78</sup> Plataforma Escolha Livre: <https://www.escolhalivre.org.br>. Acesso em 3 set. 2021

o trabalho da organização social Baixa Cultura que está elaborando um compêndio de independência digital<sup>79</sup> listando iniciativas de grupos, cooperativas e associações.

A adoção ou aquisição de plataformas e demais aplicativos de IA deve estar referendada em um arcabouço regulatório baseado em direitos humanos, que garanta a transparência de uso dos dados, como, por exemplo, quais e como os dados são usados, se tais dados podem ser revertidos em informações para o próprio serviço público, isto é, que o poder público consiga construir inteligência de análise dos dados. Outro ponto nesse quesito diz respeito ao controle social: de que forma a população pode acompanhar o desenvolvimento e funcionamento da IA, atentando para potenciais violações de direitos e mau uso da tecnologia? Além disso, promovendo o letramento em dados, tornar os cidadãos tutores dos próprios dados, com controle sobre os usos e coletas das informações que lhe dizem respeito.

Aplicativos de IA na educação devem, ainda, ter um viés, mas o viés da valorização da diversidade (étnica, racial, de gênero, de ideias etc.). É preciso, ainda, promover a reflexão e o debate sobre “autoria” e “propriedade” em tempos de cultura digital. Aprender a compartilhar, de forma que o conhecimento produzido com fundos públicos se torne um bem comum, fomentando a circularidade das ideias e de novos conhecimentos.

A educação não está a serviço unicamente de preparar o indivíduo para o mundo do trabalho, ela integra a formação contínua desse indivíduo, para que ele seja capaz de buscar caminhos a partir de oportunidades oferecidas.

---

<sup>79</sup> Compêndio de independência digital: <https://baixacultura.org/pequenocompendio/>. Acesso em 21 jan. 2021.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A intenção da dissertação é contribuir para uma reflexão que associa três campos do conhecimento, cada vez mais inter-relacionados na sociedade contemporânea: educação, inteligência artificial e pensamento complexo. Tendo como foco principal a epistemologia da complexidade de Edgar Morin e outros relevantes pesquisadores “tradutores” de seus pensamentos para os estudos relacionados ao ensino, à aprendizagem e à governança de políticas educacionais digitais. Dada a considerável extensão da produção acadêmica sobre complexidade e educação, a ideia é incentivar novas pesquisas sobre a tríade educação-IA-pensamento complexo com vistas a aprofundar cada uma das três instâncias propostas por Bidarra et al. (2020) sobre as conexões entre educação e IA: aprender com IA, aprender sobre a IA e aprender para o contexto da IA.

Com enfoque nas duas últimas, esta pesquisa partiu da perspectiva que não se pode, efetivamente, “aprender a viver” (MORIN, 2015) na atual sociedade sem compreender o funcionamento da tecnologia do *Big Data* e da IA. Nesse sentido, o pensamento complexo emerge como uma possibilidade de ampliação de repertório de compreensão da realidade, contemplando fatores sociais, econômicos, culturais, ambientais e políticos relacionados. Considerando as dialogias (paradoxos) nas tomadas de decisões, evocando a ecologia da ação na construção de estratégias no lugar de preocupações meramente utilitaristas de apreensão de conteúdos.

Espero ter contribuído para dar mais visibilidade às ideias de Morin – e demais autores cujas concepções e proposições se inspiram no filósofo –, bem como sensibilizar a comunidade acadêmica e educacional, pública e privada, para a urgência do pensamento complexo para posicionar a IA em toda sua multidimensionalidade na sociedade e suas implicações para os processos formativos. Conforme aponta Selwyn (2017, p. 34), “permanece a necessidade de estudos críticos que adequadamente interroguem o código, os dados e as arquitetônicas de programação ligadas a facetas virtuais da educação contemporânea”.

Finalizo com uma bela síntese de Morin: “a reforma do conhecimento e do pensamento dependem da reforma da educação que depende da reforma do conhecimento e do pensamento” (2015, p. 182).

## REFERÊNCIAS

- ABSTARTUPS E CIEB. **Mapeamento Edtechs**: investigação sobre as tecnologias educacionais no Brasil. São Paulo, 2020. Disponível em: [https://cieb.net.br/edtechs/?gelid=Cj0KCQjwm9yJBhDTARIsABKICGYeS2nJn950o5lsR4o-iEN-i1KYZ2JhVyD9cQtnSZXxnh0c41gNNLYaAhbZEALw\\_wcB](https://cieb.net.br/edtechs/?gelid=Cj0KCQjwm9yJBhDTARIsABKICGYeS2nJn950o5lsR4o-iEN-i1KYZ2JhVyD9cQtnSZXxnh0c41gNNLYaAhbZEALw_wcB). Acesso em 7 de set. 2021.
- ALMEIDA, Maria da Conceição; CARVALHO, Edgard de Assis (Orgs.). **Edgar Morin, educação e complexidade**: os sete saberes e outros ensaios. São Paulo: Cortez, 2013.
- ALMEIDA, Flavio Aparecido de. A complexidade do pensar no mundo contemporâneo. *In*: ALMEIDA, Flavio Aparecido de (Org.). **Filosofia**: os desafios do pensar. Científica Digital, 2021. Disponível em: <https://editoracientifica.org/articles/code/210805612>. Acesso em 20 dez. 2021.
- AMIEL, Tel et al. **Os modos de adesão e a abrangência do capitalismo de vigilância na educação brasileira**. *Perspectiva*, 2021, v. 39, n. 3 Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/perspectiva/article/view/80582>. Acesso em 25 out. 2021.
- AMIEL, Tel; GONSALES, Priscila; SEBRIAM, Débora. **Recursos Educacionais Abertos no Brasil**: dez anos de ativismo. *Em Rede*, 2018. Disponível em: <https://www.aunirede.org.br/revista/index.php/emrede/article/view/346>. Acesso em 4 set. 2021.
- ANDRADE, João Batista de. **O homem que virou suco**. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=10q9KunAllg>. Canal Rede TVT, 2020, 1h40min. Acesso em 3 set. 2021.
- ANDRÉ, Marli. O que é um estudo de caso qualitativo em educação? **Revista da FAEBA – Educação e Contemporaneidade**, Salvador, v. 22, n. 40, p. 95-103, jul./dez. 2013. Disponível em: <https://www.nelsonreyes.com.br/Marli%20Andr%C3%A9.pdf>. Acesso em 15 set. 2021.
- ANGELINI et al. Privacidade e proteção aos dados pessoais de crianças e adolescentes na Internet: marco legal e ações estratégicas para prover direitos na era digital *In*: **Privacidade e Proteção de Dados de Crianças e Adolescentes**. Obliq. 2021. Disponível em: <https://itsrio.org/pt/publicacoes/privacidade-e-protecao-de-dados-de-criancas-e-adolescentes/>. Acesso em 27 out. 2021.
- ARNETT, Thomas. Teaching in the machine age: How innovation can make bad teachers good and good teachers better. Christensen Insitute, 2016, p. 1-28, 7. Disponível em: <https://www.christenseninstitute.org/wpcontent/uploads/2017/03/Teaching-in-the-machine-age.pdf>. Acesso em 13 dez. 2021.
- BANCO DE DESENVOLVIMENTO DA AMÉRICA LATINA (CAF). **ExperiêncIA**. 2019. Disponível em: [https://drive.google.com/file/d/1Ad\\_BycW-GHGDKutD69nI2l4dAJpm6pd5/view](https://drive.google.com/file/d/1Ad_BycW-GHGDKutD69nI2l4dAJpm6pd5/view). Acesso em 20 set. 2021.

- BARATTA, Daniele. The “T” shaped designer expertise. The “reverse-T” shaped designer horizon. **The Design Journal**, 20, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/14606925.2017.1352992>. Acesso em 5 set. 2021.
- BARNES, Jonathan, editor. **The Complete Works of Aristotle**. Volume 1: The Revised Oxford Translation. Princeton University Press, 1984. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/j.ctt5vjv4w>. Acesso em 5 dez. 2021.
- BENKLER, Yochai et al. **Network propaganda**. Oxford University Press, 2018. Disponível em: <https://library.oapen.org/handle/20.500.12657/28351>. Acesso em 2 fev. 2022.
- BENKLER, Yochai. **The wealth of networks: How social production transforms markets and freedom**. United States of America: Strange Fruit, 2006.
- BIDARRA, José et al. **Artificial Intelligence in Teaching (AIT): A road map for future developments**. Comissão Europeia, 2020. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/342214907\\_Artificial\\_Intelligence\\_in\\_Teaching\\_AI\\_T\\_A\\_road\\_map\\_for\\_future\\_developments](https://www.researchgate.net/publication/342214907_Artificial_Intelligence_in_Teaching_AI_T_A_road_map_for_future_developments). Acesso em 20 jun. 2021.
- BIONI, B.R. **Proteção de dados pessoais: a função e os limites do consentimento**. Rio de Janeiro: Forense, 2019.
- BLIKSTEIN, Paulo. et. al. **Tecnologias para uma educação com equidade**. Relatório, 2021. Disponível em: [https://d3e.com.br/wp-content/uploads/2021/04/REL6\\_d3e\\_Tecnologia\\_AF-digital\\_v6\\_2204.pdf](https://d3e.com.br/wp-content/uploads/2021/04/REL6_d3e_Tecnologia_AF-digital_v6_2204.pdf). Acesso em 13 de jun. 2021.
- BODELL, Lisa. **Why T-Shaped teams are the future of work**. Forbes, 2020.
- BOSTROM, Nick. **Superinteligência: caminhos, perigos e estratégias para um novo mundo**. Rio de Janeiro: DarkSide Books, 2018. Disponível em: <https://www.harvardbusiness.org/both-and-leadership-combining-the-benefits-of-i-and-t-shaped-leaders/>. Acesso em 5 set. 2021.
- BRASIL. **Atualização das diretrizes curriculares para o ensino médio**. Ministério da Educação, 2017. Disponível em: <http://novoensinomedio.mec.gov.br/resources/downloads/pdf/dcnem.pdf>. Acesso em 11 set. 2021.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular: Proposta preliminar**. Ministério da Educação. 2016. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em 2 nov. 2020.
- BRASIL. **Educação e governo aberto**. Controladoria Geral da União, 2017. Disponível em: <https://www.gov.br/cgu/pt-br/governo-aberto/noticias/2017/educacao-e-governo-aberto>. Acesso em 4 set. 2021.
- BRASIL. **Estratégia Brasileira de Inteligência Artificial**. 12 de abril de 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/educacao-e-pesquisa/2021/04/publicada-estrategia-brasileira-de-inteligencia-artificial>. Acesso em 2 ago. 2021

BRASIL. **Lei geral de proteção de dados (LGPD)**. Lei 13.709/2018. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2018/lei/113709.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/113709.htm). Acesso em 20 de jan. 2021.

BRASIL. **Marco Civil da Internet**. Lei 12.965/2014. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2014/lei/112965.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/lei/112965.htm). Acesso em 01 nov. 2020.

BRASIL. **Plano de Ação da Parceria Governo Aberto 2016-2018**. Controladoria Geral da União. Disponível em: <https://www.gov.br/cgu/pt-br/governo-aberto/a-ogp/como-funciona>. Acesso em 11 set. 2020.

BRASIL. **Plataforma integrada de recursos educacionais digitais**. Ministério da Educação, 2018. Disponível em: <https://plataformaintegrada.mec.gov.br/>. Acesso em 11 set. 2021.

BRASIL. **Projeto de Lei nº 1513 de 2 de junho de 2011**. Dispõe sobre a política de contratação e licenciamento de obras intelectuais subvencionadas pelos entes do Poder Público e pelos entes de Direito Privado sob controle acionário de entes da administração pública. Câmara dos Deputados, 2011. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/propostas-legislativas/505535>. Acesso 4 set. 2021.

BRASIL. **Portaria sobre recursos educacionais abertos nº 451 de 14 de abril de 2018**. Ministério da Educação. Disponível em: [https://www.in.gov.br/materia/-/asset\\_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/14729210/do1-2018-05-17-portaria-n-451-de-16-de-maio-de-2018-14729206](https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/14729210/do1-2018-05-17-portaria-n-451-de-16-de-maio-de-2018-14729206). Acesso em 11 set. 2021.

BRASIL. **Programa de Inovação Educação Conectada**. Lei 14.180 de 1 de julho de 2021. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-14.180-de-1-de-julho-de-2021-329472130>. Acesso em 12 jan. 2022.

BROWN, Tim. **On being T-shaped**. Core77, 2009. Disponível em: [http://www.core77.com/hack2work/2009/09/on\\_being\\_tshaped.asp](http://www.core77.com/hack2work/2009/09/on_being_tshaped.asp). Acesso em 2 jul. 2021.

BUZATO, Marcelo El Kouri. Dadificação, visualização e leitura do mundo: quem fala por nós quando os dados falam por si? **Linguagem em foco**. Fortaleza, CE, v. 10, n. 1, p. 83-92, 2018. Disponível em: <https://revistas.uece.br/index.php/linguagememfoco/article/view/1191/1007>. Acesso em: 12 fev. 2021.

CAPRA, Fritjof. **O ponto de mutação**. São Paulo: Cultrix, 2006

CARUSO, L.A.C. **Impactos da difusão da inteligência artificial (IA) na educação técnica de ensino médio**. UNESCO do Brasil, 2021. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375710?posInSet=1&queryId=59cfc0a0-cdff-4eb4-9bc1-bbd808243118>. Acesso em 29 de mar. 2021.

CASTELLS, M. **A Sociedade em Rede**. São Paulo: Paz e Terra, 2006.

CASSIO, Fernando. Base Nacional Comum Curricular: ponto de saturação e retrocesso na educação. **Retratos da Escola**, 2018. Disponível em: <http://retratosdaescola.emnuvens.com.br/rde/article/view/887>. Acesso em 12 set. 2021.

CAVALCANTI, D. **100 anos de Isaac Asimov e seu legado para a geração da era tecnológica**. Canaltech, 2020. Disponível em: <https://canaltech.com.br/ciencia/100-anos-de-isaac-asimov-e-seu-legado-para-a-geracao-da-era-tecnologica-163061/>. Acesso em 2 set. 2021.

CAVIQUE, Luis. Big Data e Data Science. **Boletim da APDIO**. nº 51, p. 11-14, 2014. Disponível em: <https://repositorioaberto.uab.pt/handle/10400.2/3918>. Acesso em 2 dez. 2021

CENTRO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM EDUCAÇÃO, CULTURA E AÇÃO COMUNITÁRIA (CENPEC). **Coleção EducaRede: internet na escola**. São Paulo: 2006. 5 v. Disponível em: <https://www.cenpec.org.br/acervo/v-1-inclusao-digital-na-escola>. Acesso em 3 set. 2021.

CENTRO REGIONAL DE ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO DA SOCIEDADE DA INFORMAÇÃO (CETIC.br). **Medindo a transformação digital no Brasil: avanços e desafios**. São Paulo, 2020. Disponível em: [https://cetic.br/media/pdf/cetic/ceticbr\\_15anos\\_webinario\\_educacao\\_remota\\_e\\_crise\\_sanitaria\\_a\\_24\\_novembro\\_2020.pdf](https://cetic.br/media/pdf/cetic/ceticbr_15anos_webinario_educacao_remota_e_crise_sanitaria_a_24_novembro_2020.pdf). Acesso em 10 fev. 2020.

CENTRO REGIONAL DE ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO DA SOCIEDADE DA INFORMAÇÃO (CETIC.br). **TIC Domicílios 2019**. Disponível em: <https://cetic.br/pt/tics/domicilios/2019/individuos/G2/>. Acesso em 23 fev. 2021.

CENTRO REGIONAL DE ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO DA SOCIEDADE DA INFORMAÇÃO (CETIC.br). **TIC Kids Online 2019**. Disponível em: <https://cetic.br/pt/pesquisa/kids-online/publicacoes/>. Acesso em 10 fev. 2021.

CENTRO REGIONAL DE ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO DA SOCIEDADE DA INFORMAÇÃO (CETIC.br). **Painel TIC-COVID 2019**. Disponível em: <https://cetic.br/pt/pesquisa/tic-covid-19/publicacoes/>. Acesso em 12 mar. 2021.

CENTRO REGIONAL DE ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO DA SOCIEDADE DA INFORMAÇÃO (CETIC.br). **TIC Educação 2020**. Disponível em: <https://cetic.br/pt/pesquisa/educacao/indicadores/>. Acesso em 12 mar. 2021.

CLIFFORD, Dabid. **Forget about T-shaped people. We need X-shaped people**. TED Talks, 2019, vídeo 14 min. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=EezmRPE3fpQ>. Acesso em 5 set. 2021.

COALIZÃO DIREITOS NA REDE. **Inteligência artificial não pode ser regulada a toque de caixa**. 23 de setembro de 2021. Disponível em: <https://direitosnarede.org.br/2021/09/23/inteligencia-artificial-nao-pode-ser-regulada-a-toque-de-caixa/>. Acesso em 25 set. 2021.

COBO, Cristobal. **Aceito as condições**: usos e abusos das tecnologias digitais. Tradução Maria Alicia Rossi. São Paulo: Santillana, 2019. Disponível em: <https://relia.org.br/aceptolas-condicoes/>. Acesso em 2 jan. 2022.

CÓRDOVA, Yasodara. **Artificial Intelligence and the need for data fairness in the global south**. Medium, 2018. Disponível em: <https://medium.com/digitalhks/data-fairness-for-the-global-south-d383b6159b86>. Acesso em 22 de mar. 2021.

CRAWFORD, Kate. **Pare de falar sobre a ética da IA**. É hora de falar sobre poder. Entrevista ao MIT Technology Review, 2021. Disponível em: <https://mittechreview.com.br/pare-de-falar-sobre-a-etica-da-ia-e-hora-de-falar-sobre-poder/>. Acesso em 14 ago. 2021.

CRUZ JUNIOR, Gilson. Politizando o digital: contribuições para a crítica das relações entre educação e tecnologias. **Revista e-Curriculum**, v. 18, n. 3, p. 1509–1530, 2020. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/curriculum/article/view/47477>. Acesso em 10 jan. 2022.

CRUZ, Leonardo da; SARAIVA, Filipe; AMIEL, Tel. Coletando dados sobre o capitalismo de vigilância nas instituições públicas do ensino superior do Brasil. *In*: VI SIMPÓSIO INTERNACIONAL. **Rede latino-americana de estudos sobre vigilância, tecnologia e sociedade (LAVITS)**. Salvador, 2019. Disponível em: [https://lavits.org/wp-content/uploads/2019/12/Cruz\\_Saraiva\\_Amiel-2019-LAVITS-1.pdf](https://lavits.org/wp-content/uploads/2019/12/Cruz_Saraiva_Amiel-2019-LAVITS-1.pdf). Acesso em 10 nov. 2020.

CRUZ, Leonardo da; VENTURINI, Jamila. **Neoliberalismo e crise**: o avanço silencioso do capitalismo de vigilância na educação brasileira durante a pandemia da Covid19. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 28, p. 1060-1085, 2020. Disponível em: <https://www.br-ie.org/pub/index.php/rbie/article/view/v28p1060/6752#>. Acesso em 10 jan. 2022.

CYSNEIROS, Paulo Gileno. A máquina das crianças, numa escola com/sem futuro. **Revista Faced**, Salvador n. 12, p. 227-231, jul/dez, 2007. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/entideias/article/view/2971/2117>. Acesso em 8 set. 2021.

DELORS, Jacques. **Educação: um tesouro a descobrir**. Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI. São Paulo: Cortez, 1996. Disponível em: [http://dhnet.org.br/dados/relatorios/a\\_pdf/r\\_unesco\\_educ\\_tesouro\\_descobrir.pdf](http://dhnet.org.br/dados/relatorios/a_pdf/r_unesco_educ_tesouro_descobrir.pdf). Acesso em 15 nov. 2020.

DENZIN, Norman; LINCOLN, Yonna. A disciplina e a prática da pesquisa qualitativa. *In*: DENZIN, Norman; LINCOLN, Yonna e col. **O Planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens**. Porto Alegre: ArtMed, 2006. p. 15-41.

DIAZ, Carlos J. Delgado. Transdisciplinarity: engaging with complexity. The Education Relief Foundation. **Global Guide of Ethics, Principles, Policies, and Practices in Balanced and Inclusive Education (Global Guide Series)**, 2018, p. 35-44. Disponível em:

<https://educationrelief.org/wp-content/uploads/2019/10/ERF-GlobalGuide.pdf>. Acesso em 20 dez. 2021.

DIJCK, J. V.; POELL, T.; WAAL, M. **The platform society: public values in a connective world**. Oxford University Press, 2018.

DOMINGOS, Pedro. **The Master Algorithm of Artificial Intelligence**, 2017. 1 vídeo (35 min. 20 seg.). Publicado pelo canal The Artificial Intelligence Channel. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=vM2ERaS2DEU>. Acesso em 20 fev. 2021.

DURAND, Cédric. **A hipótese do tecnofeudalismo**. Entrevista a Eduardo Febbro. Instituto Humanitas Unisinos, 2021. Disponível em: <https://outraspalavras.net/outrasmidias/a-hipotese-do-tecnofeudalismo/>. Acesso em 16 fev. 2021.

EDUCAÇÃO para o futuro. **Educadigital: tecnologia e a nova aprendizagem**. Entrevistada: Priscila Gonsales. Entrevistador: Felipe Solari. Trip Transformadores, 2020. Disponível em: <https://open.spotify.com/episode/4gRcXLoTnUvU1v4t3HBk4f>. Acesso em 12 set. 2021.

EVANGELISTA, Rafael. Prólogo. **Caderno NIC.br Estudos Setoriais**, 2021. Disponível em: <https://cetic.br/media/docs/publicacoes/7/20211124201927/estudos-setoriais-educacao-e-tecnologias-digitais.pdf>. Acesso em 20 dez. 2021.

EVANGELISTA, Rafael. **Para além das máquinas de adorável graça**. Edições Sesc, 2018. Disponível em: <http://www.labjor.unicamp.br/wp-content/uploads/2019/03/para-alem-das-maquinas-de-adoravel-graca-rafael-evangelista.pdf>. Acesso em 10 dez. 2021.

5RIGHTS FOUNDATION. **Freedom Security Privacy: the future of childhood in the digital world**. London, 2020. Disponível em: <https://freedomreport.5rightsfoundation.com/>. Acesso em 20 nov. 2020.

FERNEDA, Edberto. Redes neurais e sua aplicação em sistemas de recuperação de informação. **Ciência da Informação**, abr. 2006. v. 35, n. 1, p. 25–30. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ci/a/SQ9myjZWLxnyXfstXMgCdcH/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 10 set. 2021.

FERREIRA, André. **De Leonardo a da Vinci**. Fronta, 2018. Disponível em: <https://revistafrontal.com/investigacao/de-leonardo-a-da-vinci/>. Acesso em 6 set. 2021

FRAZÃO, Ana. Proteção de dados, inteligência artificial e crianças. *In*: LATERÇA, Priscilla S.; FERNANDES, Elora; TEFFÉ, Chiara S. de; BRANCO, Sérgio (Coords.). **Privacidade e Proteção de Dados de Crianças e Adolescentes**. Rio de Janeiro: Instituto de Tecnologia e Sociedade do Rio de Janeiro; Obliq, 2021. E-book.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia**. São Paulo: Paz e Terra, 2002. Disponível em: [http://www.apeosp.org.br/sistema/ck/files/4-%20Freire\\_P\\_%20Pedagogia%20da%20autonomia.pdf](http://www.apeosp.org.br/sistema/ck/files/4-%20Freire_P_%20Pedagogia%20da%20autonomia.pdf). Acesso em 20 out. 2020.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 13. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1983.

FREIRE, Paulo. A máquina está a serviço de quem? **Revista BITS**, 1984. Disponível em: <http://www.acervo.paulofreire.org:8080/jspui/handle/7891/24>. Acesso em 20 set. 2021.

FRISCHMANN, Brett; SELINGER, Evan. **Re-Engineering Humanity**. UK: Cambridge University Press, 2018.

FURTADO, Débora; AMIEL, Tel. **Guia de bolso da educação aberta**. Brasília: Iniciativa Educação Aberta, 2019. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/handle/capes/564609>. Acesso em 6 set. 2021.

FUTURE OF LIFE INSTITUTE. **Asilomar AI Principles**. 2017. Disponível em: <https://futureoflife.org/ai-principles/>. Acesso em 25 out. 2021.

GATTI, Francielle Nogueira. **Educação básica e inteligência artificial: perspectivas, contribuições e desafios**. 2019. Dissertação (Mestrado em Educação: Currículo). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, PUC-SP, São Paulo, 2019, 90 fls. Disponível em: <https://tedeantiga.pucsp.br/handle/handle/22788>. Acesso em 5 nov. 2020.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2008.

GOMES, Josir Cardoso; PIMENTA, Ricardo; SCHNEIDER, Marco. Data Mining in Information Science Research: Challenges And Opportunities Anais. *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO (ENANCIB 2019)*. Zenodo, 2019. Disponível em: <https://zenodo.org/record/3521038#.YczyrBPMKnc>. Acesso em 13 dez. 2021.

GONÇALVES, Bernardo Nunes. **Machines will think: structure and interpretation of Alan Turing's imitation game**. Tese (Doutorado em Filosofia), apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Filosofia do Departamento da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, USP, Supervisor Prof. Dr. Edelcio de Souza, 2021, 291 fls. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8133/tde-10062021-173217/en.php>

GONSALES, Priscila. **Design Thinking e a ritualização de boas práticas educativas**. São Paulo: Instituto Educadigital, 2018.

GONSALES, Priscila (Org.). **Design Thinking para Educadores**. Educadigital, 2014. Disponível em: <https://dtparaeducadores.org.br>. Acesso em 5 set. 2021.

GONSALES, Priscila; AMIEL, Tel. Educação na contemporaneidade: entre dados e direitos. **Panorama Setorial da Internet**. São Paulo, nº 3, out. 2020, p. 1-7. Disponível em: [https://nic.br/media/docs/publicacoes/6/20201110120042/panorama\\_setorial\\_ano-xii\\_n\\_3\\_inteligencia\\_artificial\\_educacao\\_infancia.pdf](https://nic.br/media/docs/publicacoes/6/20201110120042/panorama_setorial_ano-xii_n_3_inteligencia_artificial_educacao_infancia.pdf). Acesso em 9 nov. 2020.

GONSALES et al. **Guia escola no mundo digital**. Instituto Alana, Intervezes e Instituto Educadigital, 2020. Disponível em: <https://www.dadosedudiantis.org.br>. Acesso em 5 set. 2021.

GONSALES, Priscila. **IA na educação e o novo contexto da cultura digital**. Curso on-line. Escola Virtual da Fundação Bradesco, 2021.

GONSALES, Priscila; PIMENTEL, Charles. IA na educação: inovação ou vigilância. *In*: LATERÇA, Priscilla S.; FERNANDES, Elora; TEFFÉ, Chiara S. de; BRANCO, Sérgio (Coords.). **Privacidade e Proteção de Dados de Crianças e Adolescentes**. Rio de Janeiro: Instituto de Tecnologia e Sociedade do Rio de Janeiro; Obliq, 2021. E-book. Disponível em: <https://somos.itsrio.org/livro-privacidade-e-protecao-de-dados-de-criancas#rd-section-kv9zttrl>. Acesso em 7 fev. 2022.

GONSALES, Priscila. **Letramentos digitais e inclusão digital no Brasil contemporâneo**. Campinas: UNICAMP; Bristol: Universidade de Bristol, 2021. Disponível em: <https://zenodo.org/record/5167705>. Acesso em 5 set. 2021.

GOODFELLOW, I., Y. Bengio, A. Courville. **Deep Learning**. Cambridge: MIT Press, 2016.

HARARI, Yuval Noah. **Homo Deus: uma breve história do amanhã**. Tradução Paulo Geiger. São Paulo: Companhia das Letras, 2016.

HARARI, Yuval Noah. **Sapiens: uma breve história da humanidade**. Tradução Janaína Marcoantonio. Porto Alegre: L&PM, 2015.

HARARI, Yuval Noah. **21 lições para o século XXI**. Tradução Paulo Geiger. São Paulo: Companhia das Letras, 2018.

HARARI, Yuval Noah. **Palestra na Câmara dos Deputados**, moderação de Ronaldo Lemos. (vídeo 1h20m23s). 2019. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=I7npploMZe0>. Acesso em 26 de mar. 2021.

HESSEL, Ana Maria Di Grado. **Formação on-line de gestores escolares: atitude interdisciplinas nas narrativas do diário de bordo**. Tese (Doutorado em Educação: Currículo), Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, PUC-SP2007, 134 fls. Disponível em: <https://sapientia.pucsp.br/handle/handle/10125>. Acesso em 10 out. 2021.

HOLMES, Wayne; BIALIK, Maya; FADEL, Charles, Fadel. **Artificial Intelligence in Education: promises and implication for teaching and learning**. Center for Curriculum Design (CCR), 2019. Disponível em: <http://oro.open.ac.uk/60255/>. Acesso em 2 jun. 2021.

HUI, Yuk. **O conceito de tecnologia deve ser pensado à luz da diversidade**. Entrevista a Ronaldo Lemos. Folha de S. Paulo, 2021. Disponível em: <https://umaincertaantropologia.org/2021/01/>. Acesso 20 set. 2021.

HUI, Yuk. **Tecnodiversidade**. Tradução Humberto do Amaral. Ubu, 2020.

INGRAM, David; HENDERSON, Peter. Trump consultants harvested data from 50 million Facebook users: reports. **Reuters**, 2018. Disponível em: <https://www.reuters.com/article/us-facebook-cambridge-analytica-idUSKCN1GT02Y>. Acesso em 11 set. 2021.

INSTITUTO EDUCADIGITAL. **Plataforma Pilares do Futuro**. Lançamento em 2020. Disponível em: <https://www.pilaresdofuturo.org.br>. Acesso em 5 set. 2021.

IOANNIDOU, Stella. **M-Shaped**. Project Manager, 2020. Disponível em: <https://project-manager.com/2020/06/25/m-shaped/>. Acesso em 5 set. 2021.

ISOTANI, Seiji; BITTENCOURT, Ig. Ibert. Inteligência Artificial na Educação. São Paulo: CIEB, 2019. Disponível em: [https://cieb.net.br/wp-content/uploads/2019/11/CIEB\\_Nota\\_Tecnica16\\_nov\\_2019\\_digital.pdf](https://cieb.net.br/wp-content/uploads/2019/11/CIEB_Nota_Tecnica16_nov_2019_digital.pdf). Acesso em 20 nov. 2020.

JOHNSTON, David. Scientists become managers-The 'T'-Shaped Man. *In: IEEE Engineering Management Review*, vol. 6, n. 3, p. 67-68, Sept. 1978. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/4306682>. Acesso em 5 set. 2021

KAUFMAN, Dora. **A inteligência artificial irá suplantar a inteligência humana?** São Paulo: Estação das Letras e Cores, 2019.

KAUFMAN, Dora. Inteligência Artificial não é inteligente nem artificial. **Época Negócios**, 14 mai. 2021a. Disponível em: <https://epocanegocios.globo.com/colunas/IAgora/noticia/2021/05/inteligencia-artificial-nao-e-inteligente-nem-artificial.html>. Acesso em 7 set. 2021.

KAUFMAN, Dora. **Inteligência artificial e pandemia**. Canal do youtube do TIDD PUC-SP, 2020. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=wiWPRnw1DI4>. Acesso em 4 abr. 2021.

KAUFMAN, Dora. **Inteligência artificial: utopia e distopia**. Canal do youtube do Departamento de História da PUC-Rio, 2021b. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=mT8sAmV--QM>. Acesso em 5 jun. 2021.

KAUFMAN, Dora. Um projeto de futuro. **Revista Piauí**, 22 out. 2021c. Disponível em: <https://piaui.folha.uol.com.br/um-projeto-de-futuro/>. Acesso em 25 out. 2021.

KAUFMAN, Dora. Supervalorização e demonização da inteligência artificial – desviam a atenção dos danos reais e comprometem os benefícios. **Época Negócios**, 1 out. 2021d. Disponível em: <https://epocanegocios.globo.com/colunas/IAgora/noticia/2021/10/caetano-veloso-canta-os-algoritmos-de-inteligencia-artificial.html>. Acesso em 5 fev. 2021.

KAUFMAN, Dora. Inteligência Artificial e os desafios éticos: a restrita aplicabilidade dos princípios gerais para nortear o ecossistema de IA. **Revista de Comunicação da Fapcom**, 2021e. Disponível em: <https://fapcom.edu.br/revista/index.php/revista-paulus/article/view/453>. Acesso em 10 jan. 2022.

KWET, Michael. Digital colonialism: US empire and the new imperialism in the Global South. **Sage Journal**, v. 60, n. 4, p. 3–26, 2019. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0306396818823172?journalCode=racb>. Acesso em 20 dez. 2021.

KAUFMAN, Dora. O protagonismo da inteligência artificial no combate à COVID-19. **Época Negócios**, 10 abr. 2020. Disponível em:

<https://epocanegocios.globo.com/colunas/IAgora/noticia/2020/04/o-protagonismo-da-inteligencia-artificial-no-combate-covid-19.html>. Acesso em 6 set. 2021.

KYONG, Wendy H. K. **Discriminating Data**: correlation, neighborhoods, and the new politics of recognition. Cambridge, MA: MIT Press, 2021.

LEE, Kai-Fu. **Inteligência artificial**: como os robôs estão mudando a forma como amamos, nos relacionamos, trabalhamos e vivemos. Tradução Marcelo Barbão. Rio de Janeiro: Globolivos, 2019.

LEMOS, André. **A tecnologia é um vírus**. Porto Alegre: Sulina, 2021.

LEMOS, Ronaldo. **A estratégia de IA brasileira é patética**. Folha de S. Paulo, 11 abr. 2021. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/colunas/ronaldolemos/2021/04/estrategia-de-ia-brasileira-e-patetica.shtml>. Acesso em 1 out.2021.

LESLIE, David. **Understanding artificial intelligence ethics and safety**: A guide for the responsible design and implementation of AI systems in the public sector. The Alan Turing Institute, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.5281/zenodo.3240529>. Acesso em 5 jan. 2022.

LÉVY, Pierre. Gigantes da *web* são o novo estado. Entrevista a Daniela Fernandes. **Valor Econômico**, 2020. Disponível em: <https://valor.globo.com/eu-e/noticia/2020/10/23/gigantes-da-web-sao-novo-estado-diz-pierre-levy.ghtml>. Acesso em 15 fev. 2021.

LÉVY, Pierre. **Muitos não acreditam, mas já éramos muito maus antes da internet**. Entrevista a Borja Hermoso. El País Brasil, 1 de julho de 2021. Disponível em: <https://brasil.elpais.com/eps/2021-07-01/pierre-levy-muitos-nao-acreditam-mas-ja-eramos-muito-maus-antes-da-internet.html>. Acesso em 2 set. 2021

LÉVY, Pierre. **Tecnologias da Inteligência**. Tradução de Carlos Irineu da Costa. Editora 34, 2ª edição, 2010.

LIMA, Stephane. **Educação, dados e plataformas**. São Paulo: Iniciativa Educação Aberta, 2020. Disponível em: <https://zenodo.org/record/4005013>. Acesso em 5 set. 2021.

LOPES, Anita; GARCIA, Guto. **Introdução à programação**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2002.

LUCKIN, Rose et al. **Intelligence Unleashed**. An argument for AI in Education. London: Pearson, 2016. Disponível em: <https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/1475756/>. Acesso em 2 nov. 2021.

MAGRANI, Eduardo. **Democracia conectada**: a internet como ferramenta de engajamento político-democrático. Curitiba: Juruá, 2014. Disponível em: <http://eduardomagrani.com/>. Acesso em 2 mar. 2021.

MAGRANI, Eduardo. **Entre dados e robôs: ética e privacidade na era da hiperconectividade**. Konrad Adenauer Stiftung, 2018. Disponível em: <http://eduardomagrani.com/wp-content/uploads/2019/07/Entre-dados-e-robo%CC%82s-Pallotti-13062019.pdf>. Acesso em 2 mar. 2021.

MAGRANI, Eduardo. **A internet das coisas**. Editora FGV, 2018. Disponível em: <http://eduardomagrani.com/>. Acesso em 2 mar. 2021.

MARIOTTI, Humberto; ZAUHY, Cristina. **O desafio da incerteza: a cultura atual, a inteligência artificial e a necessidade do pensamento complexo**. São Paulo: Mariotti. Edição Kindle, 2019.

MARIOTTI, Humberto. **Os operadores cognitivos do pensamento complexo**. Escola de Diálogo de São Paulo, 2007, s.p. Disponível em: <http://escoladedialogo.com.br/escoladedialogo/index.php/biblioteca/artigos/operadores-cognitivos/>. Acesso em: 11 jan. 2022.

MARIOTTI, Humberto; ZAUHY, Cristina. **Sociedades Tóxicas (e a complexidade do futuro)**. São Paulo: Mariotti. Edição Kindle, 2021.

MARTINELI et al. O pensamento complexo de Edgar Morin como aporte epistemológico na formação docente. In: PETRAGLIA, Izabel; ALVES, Maria Dolores Fortes; GUÉRIOS, Ettiéne. **Dossiê Complexidade e Transdisciplinaridade no Século XXI**, 2021. Disponível em: <https://www.metodista.br/revistas/revistas-metodista/index.php/EL/article/view/10744>. Acesso em 6 nov. 2021

McCARTHY, John et al. **A proposal for the Dartmouth summer research project on artificial intelligence**. Stanford, 1955. Disponível em: <http://www-formal.stanford.edu/jmc/history/dartmouth/dartmouth.html>. Acesso em 1 nov. 2021.

McCULLOCH, Warren; PITTS, Walter. A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. **Bulletin of Mathematical Biophysics**, 5, p. 115-133, 1943. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/BF02478259>. Acesso em 12 set. 2021.

METZ, Cade. **Três pioneiros da inteligência artificial ganham o principal prêmio da computação**. Tradução Roberto Muniz. Link Estadão, 2019. Disponível em: <https://link.estadao.com.br/noticias/geral,tres-pioneiros-da-inteligencia-artificial-ganham-principal-premio-da-computacao,70002775804>. Acesso em 10 set. 2021.

MIAO, Fengchun et al. **AI and education: guidance for policymakers**. UNESCO, 2021. Disponível em: <https://cit.bnu.edu.cn/docs/2021-04/20210419161526594490.pdf>. Acesso em 10 set. 2021.

MORAES, Maria Cândida. Educação e sustentabilidade: um olhar complexo e transdisciplinar. In: MORAES, Maria Cândida; SUANNO, João Henrique. **O pensar complexo na educação: sustentabilidade, transdisciplinaridade e criatividade**. Rio de Janeiro: Wak Editora, 2014. p. 21-42.

MORAES, Maria Cândida. **Paradigma educacional ecossistêmico: por uma nova ecologia da aprendizagem humana**. Rio de Janeiro: Wak, 2021.

MORAES, Maria Cândida. **O paradigma educacional emergente**. Campinas: Papyrus, 1997.

MORAES, Maria Cândida. VALENTE, José Armando. **Como pesquisar em educação a partir da complexidade e da transdisciplinaridade?** São Paulo: Paulus, 2008.

MORAES, Maria Cândida; SUANO, João Henrique. **O pensar complexo na educação: sustentabilidade, transdisciplinaridade e criatividade**. Rio de Janeiro: Wak, 2014.

MORAES, Maria Cândida; BATALLOSO, Juan Miguel. (Orgs.). **Transdisciplinaridade, criatividade e educação: fundamentos ontológicos e epistemológicos**. Campinas: Papiros, 2015.

MORAES, Maria Cândida; BATALLOSO, Juan Miguel. (Orgs.). **Complexidade e transdisciplinaridade em educação: teoria e prática docente**. Rio de Janeiro: Wak, 2010.

MOREIRA, Marco A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), 1997. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/mapasport.pdf>. Acesso em 2 jan. 2022.

MORIN, Edgar. **A cabeça bem-feita**. Tradução Eloá Jacobina. 20ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil; 20ª Edição, 2017.

MORIN, Edgar. **Ensinar a viver: manifesto para mudar a educação**. Tradução Edgard de Assis Carvalho e Mariza Perassi Bosco. Porto Alegre: Sulina, 2015.

MORIN, Edgar. **Introdução ao pensamento complexo**. Tradução Eliane Lisboa. Porto Alegre: Sulina, 2011a.

MORIN, Edgar. **Mi Camino**. Tradução Antonia Garcia Castro. Barcelona: Gedisa, 2010.

MORIN, Edgar. Para um pensamento do Sul. *In*: ENCONTRO INTERNACIONAL PARA UM PENSAMENTO DO SUL - DIÁLOGOS COM EDGAR MORIN. Rio de Janeiro: Departamento Nacional do Sesc, 2011c. Disponível em: <http://newpsi.bvs-psi.org.br/eventos/ANAIS-para-um-Pensamento-do-Sul-Marco2011.pdf>. Acesso em 12 dez. 2021.

MORIN, Edgar. **O método 5: a humanidade da humanidade, a identidade humana**. Tradução Juremir Machado da Silva. 5ª ed. Porto Alegre: Sulina, 2012.

MORIN, Edgar. **O método 6: ética**. Tradução Juremir Machado da Silva. 2ª ed. Porto Alegre: Sulina, 2005.

MORIN, Edgar. **Existe uma certeza extraordinária sobre nosso futuro**. Canal do Sesc São Paulo, 6min. 25seg. 2019. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=5iRJMlwQaq4>. Acesso em 5 set. 2021.

MORIN, Edgar. **É hora de mudarmos de via: lições do coronavírus**. Colaboração de Sabah Abquessalam. Tradução Ivone Castilho Benedetti. 2 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2021.

MORIN, Edgar. Preface. THE EDUCATION RELIEF FOUNDATION. **Global Guide of Ethics, Principles, Policies, and Practices in Balanced and Inclusive Education (Global Guide Series)**, 2018. Disponível em: <https://educationrelief.org/global-guide/>. Acesso em 20 dez. 2021.

MORIN, Edgar. **Sete saberes necessários à educação do futuro**. Tradução Catarina Eleonora F. da Silva e Jeanne Sawaya. São Paulo: Cortez, 2011b.

MORIN, Edgar; KERN, Anne Brigitte. **Terra-Pátria**. Porto Alegre: Sulina, 2000.

MORIN, Edgar; CIURANA, Emilio-Roger; MOTTA, Raul. **Educar na era planetária**. Tradução Sandra Trabuco Valenzuela. São Paulo: Cortez, 2003.

MOROZOV, Evgeny. **BigTech: a ascensão dos dados e a morte da política**. Tradução de Claudio Marcondes. Ubu, 2018.

MUSSA, Adriano. **Inteligência artificial – mitos e verdades: as reais oportunidades de criação de valor nos negócios e os Impactos no Futuro do Trabalho**. São Paulo: Saint Paul, 2020.

NICOLESCU, Bassarab. **Educação e Transdisciplinaridade**. UNESCO, 2000. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000127511>. Acesso em 18.mar. 2017.

NICOLESCU, Bassarab. **O manifesto da transdisciplinaridade**. Tradução L. P. Souza. São Paulo: Triom, 1999. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4147299/mod\\_resource/content/1/O%20Manifesto%20da%20Transdisciplinaridade.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4147299/mod_resource/content/1/O%20Manifesto%20da%20Transdisciplinaridade.pdf). Acesso em 20 out. 2021.

OLIVEIRA, Juliana M. da S. **A vida das máquinas: o imaginário dos autômatos em O Método** de Edgar Morin. 2019, 304 fls. Tese (Doutorado). Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-18092019-101739/pt-br.php>. Acesso em 1 dez. 2021.

O'NEIL, Cathy. **Weapons of Math Destruction: how big data increases inequality and threatens democracy**. New York: Crown Publishers, 2016.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **World Summit on the Information Society Prizes (WSIS Prizes)**, 2019. Disponível em: <https://www.itu.int/net4/wsis/stocktaking/Prizes/2019/Nominated?jts=DG4S37&page=4#start>. Acesso em 4 set. 2021.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS DO BRASIL. **Sobre nosso trabalho para alcançar os objetivos do desenvolvimento sustentável**. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso 8 nov. de 2020.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E CULTURA (UNESCO). **Artificial Intelligence in Education: compendium of promising initiatives**. Mobile Learning Week, 2020. Disponível em:

<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000374644/PDF/374644eng.pdf.multi>. Acesso em 20 out. 2020.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E CULTURA (UNESCO). **Beijing Consensus on Artificial Intelligence and Education**. Beijing, 2019.

Disponível em:

<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000368303?posInSet=7&queryId=1e97ac35-02b5-42b4-b729-ed5b9615319f>. Acesso em 28 nov. 2020.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E CULTURA (UNESCO). **Comentário Geral nº 25**, 2021. Tradução Instituto Alana. Disponível em:

<https://criancaeconsumo.org.br/biblioteca/comentario-geral-n-25/>. Acesso em 03 jun. 2021

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E CULTURA (UNESCO). **Declaração de Veneza**. 1986. Disponível em:

[https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000068502\\_por](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000068502_por). Acesso em 2 jan. 2022.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E CULTURA (UNESCO). **Draft text of the Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence**.

Paris, 2021. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000377897>. Acesso em 02 dez. 2021.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E CULTURA (UNESCO). **OER Dynamic Coalition**, 2020. Disponível em:

<https://oerfoundation.org/initiatives/unesco-oer-dynamic-coalition/>. Acesso em 15 nov. 2021.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E CULTURA (UNESCO). **OER Recommendation**, 2019. Disponível em:

<https://en.unesco.org/themes/building-knowledge-societies/oer/recommendation>. Acesso em 15 nov. 2021.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A INFÂNCIA (UNICEF). **Policy Guidance on AI for children**. Draft 1.0. Paris, 2020a. Disponível em:

<https://www.unicef.org/globalinsight/media/1171/file>. Acesso em 04 abr. 2021.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E CULTURA (UNESCO). **Steering AI and Advanced ICTs for Knowledge Societies: A Rights, Openness, Access and Multi-stakeholder Perspective**. Paris, 2019. Disponível em:

<https://www.developmentaid.org/api/frontend/cms/file/2019/11/372132eng.pdf>. Acesso em 28 nov. 2020.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E O DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. **Skill Outlook**, 2015. Disponível em: [https://www.oecd-ilibrary.org/education/oecd-skills-outlook-2015\\_9789264234178-en](https://www.oecd-ilibrary.org/education/oecd-skills-outlook-2015_9789264234178-en). Acesso em 2 dez. 2021.

PARISER, Eli. **O filtro invisível**. Tradução Diego Alfaro. Rio de Janeiro: Zahar, 2012.

PARO, Vitor Henrique. **Administração escolar: introdução crítica**. São Paulo: Cortez, 2012.

PEDRÓ, Francesc et al. **Artificial intelligence in education: challenges and opportunities for sustainable development**. Paris: Organização das Nações Unidas, 2019. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000366994>. Acesso em 28 nov. 2020.

PERONI, Vera. **Implicações da relação público-privada para a democratização da educação no Brasil**. 2016. 264 f. Tese (promoção a Professor Titular da Carreira do Magistério Superior). Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016. Disponível em: [https://www.academia.edu/26786597/IMPLICA%C3%87%C3%95ES\\_DA\\_RELAC%C3%87%C3%83O\\_P%C3%9ABLICO\\_PRIVADA\\_PARA\\_A\\_DEMOCRATIZA%C3%87%C3%83O\\_DA\\_EDUCA%C3%87%C3%83O](https://www.academia.edu/26786597/IMPLICA%C3%87%C3%95ES_DA_RELAC%C3%87%C3%83O_P%C3%9ABLICO_PRIVADA_PARA_A_DEMOCRATIZA%C3%87%C3%83O_DA_EDUCA%C3%87%C3%83O). Acesso em 20 out. 2021.

PETRAGLIA, Izabel. **Edgar Morin: a educação e a complexidade**. Vozes, 1995.

PETRAGLIA, Izabel. **Olhar sobre o olhar que olha: complexidade, holística e educação**. Petrópolis: Vozes, 2001.

PETRAGLIA, Izabel. **Pensamento complexo e educação**. São Paulo: LF Editorial, 2013.

PETRAGLIA, Izabel; ALVES, Maria Dolores Fortes; GUÉRIOS, Ettiéne. **Apresentação – Dossiê “Complexidade e Transdisciplinaridade no Século XXI”**. Disponível em: <https://www.seer.ufal.br/index.php/debateseducacao/article/view/10918>. Acesso em 04 set. 2021.

PETRAGLIA, Izabel; FURLIN, Marcelo. Dossiê: complexidade e transdisciplinaridade. **Educação e Linguagem**, v. 23. n. 1. São Bernardo do Campo, 2020. Disponível em: <https://www.metodista.br/revistas/revistas-metodista/index.php/EL/issue/view/549>. Acesso em 12 nov. 2020.

PETRAGLIA, Izabel C.; PALMISANO, Angelo; ROSINI, Alessandro. M. Alan Turing: cientista complexo e transdisciplinar. **Debates em Educação**, [S. l.], v. 12, n. 28, p. 596–609, 2020. Disponível em: <https://www.seer.ufal.br/index.php/debateseducacao/article/view/9769>. Acesso 20 set. 2021.

PETRAGLIA, I.; ARONE, M.A. A educação do futuro e o futuro da educação em tempos de pandemia. **Humanidades & Inovação**, v. 8, n. 43, p. 21-32, 2021. Disponível em: <https://revista.unitins.br/index.php/humanidadesinovacao/article/view/5871>. Acesso em 02 set. 2021.

PITRON, Guillaume. **Cuando la tecnología digital destruye el planeta**. Le Monde Diplomatique, 2021. Disponível em: <https://mondiplo.com/cuando-la-tecnologia-digital-destruye-el-planeta>. Acesso em 01 out. 2021.

PRETTO, Nelson. Professores autores em rede. In: SANTANA, Bianca et al. **Recursos Educacionais Abertos: práticas colaborativas e políticas públicas**. Edufba, 2012. Disponível em: <https://livrorea.aberta.org.br/wp-content/uploads/2012/05/REA-pretto.pdf>. Acesso em 02 set. 2021.

RIBEIRO, Rhubens Ewald Moura; ABREU, Cecília Rochele Silva de. Inovação em sistemas de produção na era da indústria 4.0. KDP, 2020. Disponível em: <https://unifsa.com.br/site/wp->

[content/uploads/2020/06/E-book\\_Inovacao\\_Industria\\_4.0\\_Ribeiro\\_Abreu-1.pdf](#). Acesso em 01 out. 2021.

RUSSEL, Stuart. J.; NORVIG, Peter. **Artificial intelligence: a modern approach**. New Jersey: Prentice Hall, 2009.

SALLES, Virgínia Ostroski; MATOS, Eloiza Ap. Silva Avila. Os operadores cognitivos da complexidade na perspectiva da ecoformação: caminhos inter-retroativos. *In: Anais do evento Saberes para uma Cidadania Plantária*, 2016. Disponível em: [http://uece.br/eventos/spcp/anais/trabalhos\\_completos/247-37930-30032016-192542.pdf](http://uece.br/eventos/spcp/anais/trabalhos_completos/247-37930-30032016-192542.pdf). Acesso em 02 out. 2021.

SANTOS, Boaventura de S.; ARAÚJO, Sara; BAUGARTEN, Máira. As Epistemologias do Sul num mundo fora do mapa. **Sociologias [online]**, v. 18, n. 43, p. 14-23, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/15174522-018004301>. Acesso em 02 dez. 2021.

SAVIANI, Demerval. **Escola e democracia**. Campinas: Autores Associados, 2018.

SCHAFFER, Crystal. **“Both/And” Leadership: Combining the Benefits of I- and T-Shaped Leaders** Harvard Business Publishing, 2021, s.p. Disponível em: <https://www.harvardbusiness.org/author/cschaffer/>. Acesso em 02 set. 2021.

SCHIFF, Daniel. Education for AI, not AI for Education: the role of education and ethics in national AI policy strategies. **International Journal of Artificial Intelligence in Education**, 2021. Disponível em [https://www.researchgate.net/publication/354360920\\_Education\\_for\\_AI\\_not\\_AI\\_for\\_Education\\_The\\_Role\\_of\\_Education\\_and\\_Ethics\\_in\\_National\\_AI\\_Policy\\_Strategies](https://www.researchgate.net/publication/354360920_Education_for_AI_not_AI_for_Education_The_Role_of_Education_and_Ethics_in_National_AI_Policy_Strategies). Acesso 2 ago. 2021

SENSATO, Marisa G.; HESSEL, Ana Maria Di G. Freire e Morin: concepções que confluem para resgatar a humanização na educação. **Educação & Linguagem**, v. 24, n. 2, p. 23–36, 2021. Disponível em: <https://www.metodista.br/revistas/revistas-metodista/index.php/EL/article/view/1036524>. Acesso em 11 jan. 2022.

SEVERINO, F. E. S.; PETRAGLIA, I.; ARMANDILHA, W. F. Reflexos das políticas educacionais na gestão da escola e a complexidade. Dossiê Complexidade e Transdisciplinaridade. **Educação & Linguagem**, São Bernardo do Campo, v. 23, n. 1, p. 27-44, 2020. Disponível em: <https://www.metodista.br/revistas/revistas-metodista/index.php/EL/article/view/10743>. Acesso em 20 nov. 2020

SELWYN, Neil. **Is technology good for education?** Cambridge: Polity Press, 2016.

SELWYN, Neil. Um panorama dos estudos críticos em educação e tecnologias digitais. *In: ROCHA, C., EL KADRI, M. and WINDLE, J. (Eds). Dialogos sobre tecnologia educacional*. São Paulo, Pontes, 2017. p.15-40.

SHIMASAKI, Rodrigo. **Inteligência artificial: possibilidades nos processos de ensino e de aprendizagem**. Unopar: Dissertação (Mestrado Acadêmico) – Programa de Mestrado em

Metodologia para o Ensino de Linguagens e suas Tecnologias, 2021, 107 fls.. Disponível em: <https://repositorio.pgsskroton.com/handle/123456789/32651>. Acesso em 03 dez. 2021.

SILVA, Maria da Graça Moreira; GONSALES, Priscila. **Possibilidades da inteligência artificial na educação**. IBM, PUC-SP, Educadigital, 2017. Disponível em: <https://www.ibm.com/ibm/responsibility/br-pt/downloads/e-book-IA-na-educacao.pdf>. Acesso em 22 de mar. 2021.

SILVA, Tarcísio (Org.). **Comunidades, algoritmos e ativismos: olhares afrodiáspóricos**. Literarua, 2020. Disponível em: <https://tarciziosilva.com.br/blog/lancado-comunidades-algoritmos-e-ativismos-olhares-afrodiasporicos/>. Acesso em 20 fev. 2021.

SILVEIRA, Sergio Amadeu. **Tudo sobre tod@s: redes digitais, privacidade e venda de dados pessoais**. São Paulo: Edições SESC, 2017.

SOARES, Ismar de Oliveira. **Educomunicação: o conceito, o profissional, a aplicação**. São Paulo: Paulinas Editora, 2011.

STANFORD UNIVERSITY. **Arthur Samuel: pioneer in machine learning**. Disponível em: <http://infolab.stanford.edu/pub/voy/museum/samuel.html>. Acesso em 12 de mar. 2021.

SUANNO, Marilza Vanessa Rosa. Em busca da compreensão do conceito de Transdisciplinaridade. *In*: MORAES, Maria Cândida; SUANNO, João Henrique. **O pensar complexo na educação: sustentabilidade, transdisciplinaridade e criatividade**. Rio de Janeiro: Wak Editora, 2014. p. 99-126.

SUANNO, Marilza Vanessa Rosa. **Transdisciplinaridade e relações complexas no campo educacional**. Aula inaugural do mestrado profissional da Universidade Federal do Paraná, 2021. Vídeo (1h 38min 30 seg) publicado pelo canal da PPGE: Teoria & Prática de Ensino. Disponível em: <https://youtu.be/f0y0CuRp3yY>. Acesso em 1 out. 2021.

SUANNO, Marilza Vanessa Rosa et al. BNCC um jogo de cartas marcadas: a ordem é implantar a todo custo as políticas anunciadas. **Revista Sodebras**, 2018, v. 13, n. 154, p. 15-19. Disponível em: <http://www.sodebras.com.br/edicoes/N154.pdf>. Acesso em 01 out. 2021.

THE INSTITUTE FOR ETHICAL AI IN EDUCATION. **Interim report Towards a shared Vision of Ethical AI in Education**. Buckingham, 2020. Disponível em: <https://www.buckingham.ac.uk/wp-content/uploads/2020/02/The-Institute-for-Ethical-AI-in-Educations-Interim-Report-Towards-a-Shared-Vision-of-Ethical-AI-in-Education.pdf>. Acesso em 20 nov. 2020.

TRINDADE, Luiz Valério. Mídias sociais e a naturalização de discursos racistas no Brasil. *In*: SILVA, Tarcísio (Org.). **Comunidades, algoritmos e ativismos: olhares afrodiáspóricos**. Literarua, 2020 Disponível em: <https://tarciziosilva.com.br/blog/lancado-comunidades-algoritmos-e-ativismos-olhares-afrodiasporicos/>. Acesso em 20 fev. 2021.

TRIP TRANSFORMADORES. Educação para o futuro. Entrevistada: Priscila Gonsales. Entrevistador: Felipe Scolari. Podcast, 2020. Disponível em: <https://open.spotify.com/episode/4gReXLoTnUvU1v4t3HBk4f>. Acesso em 03 set. 2021.

TURING, Alan. **Computing machinery and intelligence**. Disponível em: <https://academic.oup.com/mind/article/LIX/236/433/986238>. Acesso em 06 set. 2021.

UTSUMI, Luciana Miyuki Sado. Atualidade do pensamento pedagógico de Paulo Freire em tempos de pandemia (Covid-19): enfrentamentos e (re)invenções. **Educação & Linguagem**, v. 24, n. 2, p. 193–218, 2021. Disponível em: <https://www.metodista.br/revistas/revistas-metodista/index.php/EL/article/view/1036135>. Acesso em 11 jan. 2022.

VALENTE, José A. Informática na educação: instrucionismo x construcionismo. **Educação Pública**. 2002. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/2/1/informaacutetica-na-educaccedilatildeo-instrucionismo-x-construcionismo>. Acesso em 12 dez. 2021.

VALENTE, José A.; ALMEIDA, Maria E. B. de. Políticas de tecnologia na educação no Brasil: Visão histórica e lições aprendidas. **Arquivos Analíticos de Políticas Educativas**, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.14507/epaa.28.4295>. Acesso em 09 de mar. 2020.

VANDERPLAS, Jake. **Hacking academia: data Science and university**. Phytonic Perambulations, 2014. Disponível em: <https://jakevdp.github.io/blog/2014/08/22/hacking-academia/>. Acesso em 05 set. 2021.

VARGAS, Francielle. Tecnologias enquanto linguagem: desafios e perspectivas das novas linguagens em sala de aula. *In: Anais do v. 3 n. 1*, 2014. Disponível em: [http://periodicos.letras.ufmg.br/index.php/anais\\_linguagem\\_tecnologia/article/viewFile/5886/5116](http://periodicos.letras.ufmg.br/index.php/anais_linguagem_tecnologia/article/viewFile/5886/5116). Acesso em 12 nov. 2020.

VICARI, Rosa Maria. **Tendências em inteligência artificial na educação no período de 2017 a 2030**. Brasília: Serviço Nacional da Indústria, 2018. Disponível em: <https://www2.fiescnet.com.br/web/uploads/recursos/d1dbf03635c1ad8ad3607190f17c9a19.pdf>. Acesso em 20 nov. 2020.

VILASBOAS, Priscila Caroline; GAMA, Carolina Nozella. **“Nova” Base Nacional Comum para a Formação de Professores: a retomada da pedagogia das competências**. Disponível em: <http://www.repositorio.ufal.br/handle/riufal/7396>. Acesso em 2 out. 2021.

WATTERS, Audrey. **Teaching Machines: the history of personalized learning**. Cambridge, MA: MIT Press, 2021.

WIENER, Norbert. **Cibernética e sociedade**. Tradução José Paulo Paes. Cultrix, 1950. Disponível em: [https://monoskop.org/images/c/c0/Wiener\\_Norbert\\_Cibernetica\\_e\\_sociedade\\_O\\_uso\\_humano\\_de\\_serres\\_humanos.pdf](https://monoskop.org/images/c/c0/Wiener_Norbert_Cibernetica_e_sociedade_O_uso_humano_de_serres_humanos.pdf). Acesso em 20 set. 2021.

WORLD ECONOMIC FORUM. **The future of jobs report**, 2020. Disponível em: <https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2020>. Acesso em 29 de mar. 2021.

ZHAI, Xuesong et al. **A Review of Artificial Intelligence (AI) in Education from 2010 to 2020**. Hindawi, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2021/8812542>. Acesso em 01 out. 2021.

ZUBOFF, Shoshana. **The age of surveillance**. New York: PublicAffairs, 2019.

ZUBOFF, Shoshana. **Um capitalismo de vigilância**. Entrevista ao Le Monde Diplomatique Brasil, 3 de janeiro de 2019. Disponível em: <https://diplomatique.org.br/um-capitalismo-de-vigilancia/>. Acesso em 20 de set. 2021.

### **Filmografia**

INTELIGÊNCIA Artificial. Direção de Steven Spielberg. 2001, 2h26min.

2001: Uma Odisseia no espaço. Direção de Stanley Kubrick, 1968, 2h.

MATRIX. Direção de Lana Wachowski, Lilly Wachowski, 1999, 2h16min.

EXTERMINADOR do futuro. Direção de James Cameron, 1984, 1h48min.

ELA. Direção de Spike Jonze. 2013, 2h6min.

THE GREAT hack. Direção de Karim Amer e Jehane Noujaim. Netflix, 2019 (113 min).

O JOGO da imitação. Direção de Morten Tyldum. 2014, 1h54min.

THE SOCIAL dilemma. Direção de Jeff Orlowski. 2020. 1h34min.

CONNECTED: the hidden science about everything. Série em 6 episódios.