

UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA
FACULDADE DE CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO

**IMPACTO DA QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL NA EDUCAÇÃO
PROFISSIONALIZANTE CONTEMPORÂNEA**

EDUCAÇÃO 4.0 E AS PERSPECTIVAS PARA O FUTURO DA EDUCAÇÃO

PEDRO LUÍS SCHIAVUZZO

PIRACICABA, SP
(2021)

**IMPACTO DA QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL NA EDUCAÇÃO
PROFISSIONALIZANTE CONTEMPORÂNEA**

EDUCAÇÃO 4.0 E AS PERSPECTIVAS PARA O FUTURO DA EDUCAÇÃO

PEDRO LUÍS SCHIAVUZZO

ORIENTADOR: PROF. DR. BELARMINO CESAR GUIMARÃES DA COSTA

Dissertação apresentada à Banca Examinadora
do Programa de Pós-Graduação em Educação
da UNIMEP como exigência parcial para
obtenção do título de Mestre em Educação

**PIRACICABA, SP
(2021)**

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Belarmino Cesar G. Da Costa (Orientador)

Prof. ^a Dr.^a Cinthia Lopes da Silva

Prof. ^a Dr. ^a Ieda Kanashiro Makiya

*“Não haverá borboletas se a vida não passar
por longas e silenciosas metamorfoses”.*

Rubens Alves

AGRADECIMENTOS

Desafio tão grande quanto escrever esta dissertação, foi utilizar apenas uma página para agradecer as pessoas que fizeram parte desta minha trajetória de pesquisador em educação. Antes de iniciar meus agradecimentos reclino levemente minha cabeça e reconheço a força de um ser maior a inflar minha alma com o ardor da vida e me impulsionar nesta jornada. Depois, os agradecimentos por meus pais, que sempre primaram pela minha educação. Obrigado Pedro e Marcia Maria, hoje sou a semente de seu encontro, cuidaram de mim com carinho e me propiciaram a oportunidade de estudar.

Agradeço às minhas adoráveis filhas, Mariana e Fernanda, mulheres e guerreiras, das quais me enchem de orgulho e por me presentear com netos carinhosos, Luis Otavio, Tarsila e Nicolas. Obrigado por colocá-los tão caprichosamente em minha vida, mesmo que muitas vezes não tenham contribuído com a construção desta dissertação, jamais me magoaria ou me incomodaria com suas insistentes solicitações de atenção ou carinho.

Agradeço aos meus caros professores e colegas do núcleo de filosofia, história e cultura do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Metodista de Piracicaba, em especial ao professor Belarmino, que muito além de me orientar, foi um amigo.

Agradeço também à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), por acreditar e financiar este trabalho.

Agradecimento especial:

Meu agradecimento mais profundo só poderia ser dedicado a uma pessoa: minha companheira. O tempo todo ao meu lado, incondicionalmente. Nos momentos mais difíceis, que não foram raros nestes últimos anos, sempre me fazendo acreditar que chegaria ao final desta difícil, porém gratificante etapa. Este período nos mostrou a verdade sobre nosso relacionamento: somos uma família! Sou grato por cada gesto carinhoso, cada sorriso, cada xícara de café, enfim... ansioso por estar ao seu lado, com nossas filhas e netos, o resto da minha vida. Obrigado Lucia, meu amor eterno!

Resumo

Com a influência das tecnologias, a relação das pessoas com os fenômenos do mundo vem se transformando. Este trabalho pretende problematizar como as tecnologias influenciam na Educação e as possíveis perspectivas para que haja qualidade no ato de ensinar. Os impactos da Educação 4.0 nos sistemas educacionais atuais, sem que este deixe de ser inclusivo, público e de qualidade ganha grande importância em um momento de pandemia global em que a tecnologia se mostra imprescindível para salvar a vida da população de diversas formas. A metodologia de pesquisa exploratória, na busca de bibliografias que abordam os temas Indústria 4.0, educação 4.0, teoria crítica e educação para o futuro foi adotada para entender os desafios que a Educação enfrenta nesse novo cenário. O primeiro capítulo, revisa a literatura referente a 4ª Revolução Industrial, conhecida por Indústria 4.0, a qual baseia-se nos Sistemas Ciber-Físicos e volta-se originalmente para o setor industrial. As características da Indústria 4.0 demarcam os avanços e sua popularização em diversos setores da sociedade, inclusive a educação, para integrar e assimilar princípios, técnicas e ferramentas como: Internet das Coisas, Produtos Inteligentes e mais recentemente a Inteligência Artificial. Esse movimento tecnológico é analisado por uma perspectiva humanista para entender como a Educação 4.0 está influenciando o sistema educacional brasileiro. Essa análise é realizada pela leitura, atualização e interpretação de Adorno. No segundo capítulo, uma retrospectiva de como a Educação vem sendo organizada e ministrada pelas políticas públicas no Brasil auxilia a mensurar como a Educação 4.0 está influenciando o sistema educacional brasileiro. Estuda através da Teoria Histórico-Crítica de Saviani como a escola evoluiu para entender a sua trajetória, sopesando suas críticas ao sistema educacional brasileiro na atualidade. No terceiro capítulo, uma Educação para o futuro pode vicejar em Paulo Freire e Edgar Morin, os conceitos de autonomia e saberes para educação do futuro. Na sociedade moderna, segundo Byung-Chul Han, o emprego de tecnologias visa melhorar a vida das pessoas, mas o abuso de sua utilização tem provocado aceleração e excesso de informações, como consequência, ansiedade, sedentarismo e depressão, que são os fundamentos da sociedade do cansaço. A Educação 4.0 pode tornar-se novo tecnicismo caso venha a se tornar suporte para a implantação da Indústria 4.0 e, com isso, representar paradigma da nova modernização educacional. É preciso repensar a educação como uma oportunidade de investir em formação de professores e infraestrutura de escolas.

Palavras-chave: Indústria 4.0; Educação 4.0; Teoria Crítica; Educação para o Futuro.

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

ABSTRACT

With the influence of technologies, people's relationship with world phenomena has been changing. This work intends to discuss how technologies influence Education and the possible perspectives for quality in the act of teaching. The impacts of Education 4.0 on current educational systems, without it ceasing to be inclusive, public and quality, gains great importance at a time of global pandemic in which technology is essential to save the lives of the population in different ways. The exploratory research methodology, in search of bibliographies that address the themes Industry 4.0, education 4.0, critical theory and education for the future was adopted to understand the challenges that Education faces in this new scenario. The first chapter reviews the literature referring to the 4th Industrial Revolution, known as Industry 4.0, which is based on Cyber-Physical Systems and originally focused on the industrial sector. The characteristics of Industry 4.0 mark the advances and its popularization in various sectors of society, including education, to integrate and assimilate principles, techniques and tools such as: Internet of Things, Intelligent Products and, more recently, Artificial Intelligence. This technological movement is analyzed from a humanist perspective to understand how Education 4.0 is influencing the Brazilian educational system. This analysis is carried out by reading, updating and interpreting Adorno. In the second chapter, a retrospective of how Education has been organized and taught by public policies in Brazil helps to measure how Education 4.0 is influencing the Brazilian educational system. It studies through Saviani's Historical-Critical Theory how the school evolved to understand its trajectory, counterbalancing the criticisms of the Brazilian educational system today. In the third chapter, an Education for the future can thrive in Paulo Freire and Edgar Morin, the concepts of autonomy and knowledge for the education of the future. In modern society, according to Byung-Chul Han, the use of technologies aims to improve people's lives, but the abuse of their use has caused acceleration and excess of information, as a consequence, anxiety, sedentary lifestyle and depression, which are the foundations of society from tiredness Education 4.0 can become a new technicality if it becomes a support for the implementation of Industry 4.0 and, therefore, represent a paradigm of the new educational modernization. It is necessary to rethink education as an opportunity to invest in teacher training and school infrastructure.

Keywords: Industry 4.0; Education 4.0; Critical Theory, Education for the future.

“This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Financing Code 001”.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. INDÚSTRIA 4.0	16
2.1 CONCEITO DE INDÚSTRIA 4.0	16
2.1.1 A 4ª Revolução Industrial	22
2.2 CARACTERÍSTICA DA INDÚSTRIA 4.0	25
2.2.1 Princípios da Indústria 4.0	27
2.2.2 Técnicas da Indústria 4.0	30
2.2.3 Ferramentas da Indústria 4.0	35
2.3 COMO A INDÚSTRIA 4.0 CHEGA AO BRASIL	39
2.4 AS TECNOLOGIAS NA VISÃO ADORNIANA	43
2.4.1 Não Bater à Porta – Aforismo 19	45
2.4.2 Pro Domo Nostra – Aforismo 30	46
2.4.3 Sem Medo! – Aforismo 43	47
2.4.4 Enigma em Figuras - Aforismo 124	49
2.4.5 Pequenas Dores Grandes Canções - Aforismo 137	51
2.4.6 Loja De Brinquedo - Aforismo 137	52
3. BREVE HISTÓRIA DA EDUCAÇÃO NO BRASIL	56
3.1 TENDÊNCIAS PEDAGÓGICAS “NÃO-CRÍTICAS”	56
3.1.1 Pedagogia Tradicional	56
3.1.2 Pedagogia Escolanovista	58
3.1.3 Pedagogia Tecnicista	61
3.2 O CONTEXTO DAS IDEIAS DE SAVIANI SOBRE EDUCAÇÃO E TECNOLOGIA	64
4. EDUCAÇÃO 4.0	70
4.1. CONCEITOS DA EDUCAÇÃO 4.0	70
4.2 O PROFESSOR NA EDUCAÇÃO 4.0	76
4.3 O ESTUDANTE NA EDUCAÇÃO 4.0	84
4.4 EDUCAÇÃO 4.0 OU EDUCAÇÃO PARA O FUTURO?	88
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	95
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	100

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Comparando a demanda por competências segundo o Fórum Econômico Mundial, 2018 vs. 2022.....	77
--	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – As Tecnologias-Chaves.....	21
Figura 2 – Hierarquia dos Princípios, Técnicas e Ferramentas.....	26
Figura 3 – Fluxo de uma fábrica inteligente Ideal.....	27
Figura 4 – Características da Educação 4.0.....	75
Figura 5 – Características do Professor para o contexto da Educação 4.0.....	81
Figura 6 – Característica do Estudante para o contexto da Educação 4.0.....	87
Figura 7 – Fluxo de uma escola inteligente	76

LISTA DE FOTOS

Foto 1 – Exploração do trabalho infantil.....	22
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS

AGV *Autonomous Guided Vehicle*

BNCC Base Nacional Comum Curricular

BNTD Biblioteca Nacional de Teses e Dissertações

CPS *Cyber Physical Systems*

E4.0 Educação 4.0

I4.0 Indústria 4.0

IA Inteligência Artificial

IoD *Internet of Data*

IoS *Internet of Service*

IoT *Internet of Things*

OCDE Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

RFID *Radio-Frequency IDentification*

TIC Tecnologias de Informação e Comunicação

1. INTRODUÇÃO

O ponto de partida desta dissertação é a experiência que tenho como consultor e professor em 23 anos de dedicação ao ensino profissionalizante, através da formação/certificação NBR.ISO-9000 e a Pneumática e Hidráulica. Durante esse período, toda vez que fui chamado a coordenar os cursos em que lecionava, não me furtei, função que dediquei com foco em apoiar meus pares em suas dificuldades em levar a meus alunos as melhores oportunidades de uma educação transformadora.

Com formação em engenharia Mecânica, atualmente sou professor da Rede Federal de Educação, e foi aí que nasceu meu interesse por um ensino público de qualidade, devido as minhas raízes profissionais, além da militância e engajamento nos movimentos religiosos de auxílio a pessoas carentes das periferias.

Tenho observado que meus alunos, apesar de todos os recursos que a Rede Federal disponibiliza, mostram-se muitas vezes desmotivados e alheios ao aprendizado. Essa limitação pode estar relacionada com a dificuldade de abstração de conceitos, elaboração e compreensão de modelos e esquemas que podem surgir, fomentando obstáculos ao seu efetivo aprendizado. Por outro lado, o excesso de conteúdo e, conseqüentemente, a falta de tempo para uma abordagem adequada, também pode influenciar a atual condição do ensino profissionalizante na Rede Federal.

No geral, os alunos da Rede Federal, no primeiro ano de estudo, apresentam dificuldades em compreender vários conceitos de mecânica e eletricidade, que são vitais para o ensino profissionalizante, mesmo sendo muitos desses fenômenos observáveis em seu cotidiano. Essa situação só é parcialmente contornada quando há um comprometimento do professor no decorrer do ano letivo, em relacionar o cotidiano do aluno a esses conceitos.

A necessidade de identificar estratégias para aproximar conceitos profissionalizantes ao cotidiano, motivar os alunos ao engajamento nessa jornada, apresentar a eles o mundo do trabalho e a forma como poderiam se colocar nesse mundo de maneira segura, digna, criativa e inovadora, me moveu a ingressar num curso de mestrado. A resposta para essas questões estava na área da educação. Meu ingresso deu-se através de indicação de meus colegas do Instituto Federal que estavam inseridos no Programa de Mestrado e Doutorado em Educação. O Núcleo de

Estudo e Pesquisa em História e Filosofia da Educação, cujas temáticas de fundamentos históricos, filosóficos e políticos da educação com ênfase na teoria crítica e educação, foi aderente à abordagem teórico-crítica da educação mediada por tecnologia, devido à crescente utilização das tecnologias e sua interação/interferência no processo de ensino-aprendizagem.

Uma inquietação constante em minha prática pedagógica cresceu ao longo dos anos, pois a engenharia me oferecia o conteúdo pragmático para ensinar conceitos de mecânica e eletricidade, contudo, como a execução da metodologia depende do fator humano, passei a observar a interferência das tecnologias digitais sobre minhas práticas pedagógicas, as quais afetavam como os meus alunos interagem comigo, conseqüentemente, os conteúdos por mim ministrados. Essas interações permaneciam, para mim, uma incógnita, e despertavam um desejo sincero de entender melhor como elas se davam.

Ao me deparar com a realidade da rede federal de ensino, tive que me despir de qualquer vaidade e propor um projeto no qual meus alunos fossem protagonistas do aprendizado. Para construir um olhar de pesquisador, a virtude de abandonar o olhar tecnicista foi necessária e árdua, uma vez que meu processo de formação, o qual ocorreu durante o regime militar, foi baseado segundo a premissa profundamente tecnicista. Vale ressaltar que essa desconstrução foi, é e continuará sendo complexa e constante.

A área que leciono é um segmento da indústria automobilística e metalmeccânica que hoje sofre efeitos diretos da Indústria 4.0 (expressão para designar esse fenômeno da 4ª revolução industrial), servindo de motivação para entender como essa nova revolução poderia afetar a educação. A Educação 4.0 surge como uma resposta para atender às demandas da Indústria 4.0, fazendo uso dos recursos tecnológicos de mediação do processo ensino-aprendizagem.

Seguindo este percurso surge o questionamento que norteará todo este trabalho de pesquisa: quais os impactos que a Educação 4.0 causará nos sistemas educacionais atuais sem que este deixe de ser inclusivo, público e de qualidade?

Como justificativa desta pesquisa, utilizou-se de buscas nas bases de dados de periódicos da Capes, estratificando a busca de referências no período de 2011¹ até 2021, por ser esse período em que as mudanças da Indústria 4.0 se aplicam. Esta

¹O termo Indústria 4.0 surgiu na Feira de Hanôver (Alemanha), em 03/04/2011 – disponível em <https://www.cleverism.com/industry-4-0/> - postado por Martin Luenendonk em 23/09/2019, acesso em 17/05/2020.

pesquisa tem, ao final, a pretensão de responder a esta pergunta ou, minimamente, indicar as possibilidades para que isso aconteça num futuro próximo, buscando interpretar tendências dos novos rumos que a educação tem tomado no país e que tendem a mudar o sistema educacional pós-pandemia.

Para tanto, foi estabelecido o objetivo a seguir: Identificar os impactos que a Educação 4.0 causará nos sistemas educacionais atuais sem que este deixe de ser inclusivo, público e de qualidade.

Para uma maior delimitação e detalhamento da pesquisa, os objetivos específicos do trabalho foram: 1 – Demarcar a influência dos avanços tecnológicos da Indústria 4.0 (I4.0) e seus efeitos para promover a Educação 4.0 (E4.0) e como podem afetar o processo da educação a partir do pensamento crítico da Escola Frankfurtiana e da análise filosófica de Adorno (1993) a partir de sua obra *Minima Moralia*; 2 – Demarcar os efeitos da utilização das tecnologias na história da educação brasileira analisando sob a ótica da teoria histórico-crítica formulada por Dermeval Saviani; 3 – Revisar a literatura disponível sobre as tecnologias da E4.0 para definir essa modalidade educacional.

A abordagem metodológica deste trabalho foi realizada através de pesquisa de textos em livros e artigos relacionados às palavras-chave que denotam sua relevância e pertinência à linha central de estudo, que investiga a Indústria 4.0 e como se dará sua interface com a Educação no Brasil. A metodologia se apoiou na pesquisa exploratória, através de consulta nas bases do Portal de Periódicos da Capes² de palavras-chave no título de periódicos sobre “*Industry 4.0*” (Indústria 4.0), no período de 2011 a 2021, somente artigos revisados por seus pares, foram enumerados um total de 259 artigos. A escolha desse assunto se fez necessária, devido a sua relevância no meio em que os meus alunos estão inseridos, e a análise qualitativa de dados foi utilizada para analisar a literatura prospectada.

Segundo Schwab (2016), é fundamental correlacionar Indústria 4.0 à Educação 4.0, assim, os termos também foram objeto da metodologia de pesquisa adotada para esse trabalho. “*Education 4.0*”, no título, resultou em um total de 12 artigos, cujos títulos contêm a palavra-chave e foram revisados por seus pares com acesso aberto. Quando as palavras-chave “*Industry 4.0 and Education 4.0*” são correlacionadas, no título, apresenta uma estratificação de três artigos publicados.

²Pesquisa realizada entre os dias 22/09/2020 e 24/09/2020 em <http://www.periodicos.capes.gov.br/>.

Para entender a correlação entre Educação 4.0 e educação para preparar os jovens para o futuro, foi realizada a busca por "*Education for the future*", no título, resultando em 27 artigos revisados por seus pares entre 2011 e 2021, em cujo título do artigo apresenta a palavra-chave e possui acesso aberto. Quando as palavras-chave "*Education 4.0*" and "*Education for the future*" são correlacionadas, não apresentam resultados.

Foi necessária uma pesquisa bibliográfica nas bases da Biblioteca Nacional de Teses e Dissertações³ (BNTD) para o estado da arte da palavra-chave "Indústria 4.0" apresentar um total de 74 dissertações e 14 teses num período de 2016 a 2020, cuja palavra-chave foi pesquisada em todos os campos. Quando a palavra-chave é "Educação 4.0" apenas um resultado foi encontrado nas bases, uma tese defendida em 2018, o mesmo ocorre com a palavra-chave "Educação para o Futuro" com apenas uma tese publicada em 2010.

Para entender o que Educação 4.0 significa é necessário um pensamento organizado, conceitual, crítico e reflexivo. É fundamental conhecer o que Educação 4.0 significa, enquanto conhecimento crítico, não aceitando como verdadeira qualquer proposição sem antes analisá-la. As premissas para uma Educação 4.0 podem ter potencial para reorganizar a educação brasileira, contudo não devem ser aceitas como verdade absoluta, assim um trabalho de cunho filosófico deve ser iniciado para que uma educação tecnológica em detrimento de uma educação para o futuro seja trazida à luz do conhecimento, criando e revisando os significados que nós damos para a educação. Para compreender o que Educação 4.0 significa se faz necessário entender também como foi o processo para chegar até ela, portanto estes temas têm potencial para direcionar uma pesquisa de cunho histórico-filosófico.

Durante meus primeiros momentos no Núcleo de Estudos e Pesquisas de História e Educação, tive contato com a Teoria Crítica da Sociedade, através do estudo de Adorno (1993) e de sua obra *Minima Moralia*, que, lançando mão de aforismos, o autor faz críticas ao desenvolvimento desenfreado da tecnologia na sociedade do capitalismo tardio e ao controle imposto à humanidade por sua Indústria cultural. Saviani (2012) é outro autor que subsidia a pesquisa com a abordagem histórico-crítica na obra "Escola e Democracia".

Para os fins desta pesquisa a visão adotada para conceituar tecnologia, será o da teoria crítica, que admite ser ela controlada pelo homem e apropriada de valores

³Pesquisa realizada entre os dias 22/09/2020 a 24/09/2020 em <http://btdt.ibict.br/vufind/>.

humanos. Reconhece que a tecnologia, para atender ao condicionamento dos valores, deve fazer uma opção por fins alternativos, oferecendo graus de liberdade ao indivíduo. O maior desafio desta perspectiva está em criar instituições apropriadas para gerenciar e controlar a tecnologia (DAGNINO; BRANDÃO; NOVAES, 2004, p. 36).

Quanto à estrutura desta dissertação: o primeiro capítulo discute o processo de formação da sociedade industrial capitalista e de substituição do trabalho humano pela máquina até chegar à sociedade informática, no contexto da denominada "indústria 4.0" e da mediação tecnológica em todas as esferas da vida humana. Busca compor o cenário das diferentes "ondas" da industrialização e da transformação do trabalho, com a globalização e neoliberalismo. Para analisar essas transformações, buscaremos fundamentação no pensamento de Adorno (1993) sobre a sociedade industrial e a antítese entre progresso e regressão, dentre outros aspectos relacionados à racionalidade técnica que permeia também o mundo da cultura.

O segundo capítulo discute temas relacionados à educação brasileira, tecnologia e sociedade industrial, com as interpretações de Saviani sobre a escola tradicional, a escola nova, focando com mais amplitude a educação tecnicista e o contraponto apresentados por Saviani em relação a utilização da teoria de Skinner aplicada à educação. Explora ainda as contradições de uma sociedade desestruturada economicamente e que não cumpriu as etapas de inclusão e de autêntica formação.

O terceiro capítulo trata da "Educação 4.0" para discutir como ela está se desenvolvendo. Propõe revisar seu conceito, bem como caracterizar o papel do professor e do aluno neste novo contexto. Propõe também analisar o conceito de Educação 4.0 em relação a uma Educação para o futuro, considera as características preconizadas pela Educação 4.0 em relação ao que Paulo Freire, em sua obra *Pedagogia da Autonomia*, e Edgar Morin em *Os Sete Saberes para a Educação do Futuro* propõem sobre esse tema. Explora e contextualiza o conceito de Andragogia e como esse modelo pode ser aplicado à Educação 4.0. O texto discute as consequências que já podem ser sentidas em nossa sociedade contemporânea em função do excesso de uso das tecnologias, através da análise feita pelo filósofo Byung-Chul Han, em sua obra *a Sociedade do Cansaço*. Depois, vêm as considerações finais e referências bibliográficas.

2. INDÚSTRIA 4.0

2.1 CONCEITO DE INDÚSTRIA 4.0

Para caracterizar uma empresa como pertencente à 4ª revolução industrial algumas considerações são necessárias. Segundo Schwab (2016), as principais inovações tecnológicas irão transformar o mundo de uma forma como jamais visto antes em toda a história, isso por causa da escala e do escopo das mudanças. Em contraposição a esse pensamento, existem aqueles que receiam que, com a tecnologia se propagando tão intensamente pelos campos do trabalho, medicina, informação e até mesmo pelos interesses militares, haverá consequências indesejadas para toda a humanidade (GRAGLIA; LAZZARESCHI, 2018).

Segundo Schwab (2016), os seres humanos têm uma enorme capacidade de adaptação e inventividade, podendo ser realocados e retreinados para outras ocupações, havendo uma tendência de estimular a volta ao artífice com a qualificação de artesão para confecção de peças únicas como era feito antes do período industrial. Contudo é plausível imaginar que até mesmo as ocupações intelectuais e complexas podem ser assumidas por Inteligências Artificiais (IAs), com o crescimento exponencial da capacidade computacional, fazendo com que tarefas peculiares, agora podem ser codificadas e processadas contradizendo esse argumento (GRAGLIA; LAZZARESCHI, 2018).

Segundo Schaff (2001) o maior problema advindo das tecnologias atuais é o desemprego estrutural, isso porque com a automação proporcionada pelos *Cyber Physical System*, a quantidade de postos de trabalho hoje disponível tende a cair. O número de desempregados nunca foi tão grande, cerca de 13,4 milhões de desempregados no Brasil em 2020⁴. O sistema de estrutura de classes gera uma série de problemas advindos do uso da tecnologia que são muitos. Pelo menos três deles são tratados por Schaff (2001, p. 46): “a eliminação das diferenças entre trabalho manual e intelectual, a eliminação das diferenças entre trabalho na cidade e no campo

⁴ Disponível em <https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2021/02/desemprego-encerra-2020-em-139-diz-ibge.shtml> – postado por Diego Garcia em 26/02/2021, acesso em 03/03/2021.

e o igualitarismo econômico como fundamento para a superação das demais desigualdades sociais”.

A eliminação da diferença entre trabalho manual e trabalho intelectual provocará desaparecimento do trabalho manual, bem como os trabalhos intelectuais que possam ser automatizados também tendem a desaparecer, acarretando uma mudança na condição social da intelectualidade. Se todos se ocuparem de atividades intelectualizadas, não haverá motivo para singularizar esse estrato como dotado de características especiais. Mas se a análise for em relação ao trabalho intelectual criativo, pode haver uma distinção no grupo, pois seu número é relativamente pequeno (SCHAFF, 2001).

No sentido contrário vem a eliminação das diferenças entre o trabalho no campo (agricultura) e o trabalho nas cidades (Indústria e serviços), que passaria a ser uma exigência, mais plausível. A aplicação de tecnologia nos maquinários agrícolas (agricultura de precisão), novos insumos, novas variedades de sementes, e uma interligação maior entre os centros de produção de alimentos e cidades estão cada vez mais presentes. Apesar disso permanece a diferença entre trabalho agrícola e trabalho urbano, o isolamento do trabalhador rural dos grandes centros também em nada ajuda a eliminar essa diferença (SCHAFF, 2001).

Schaff (2001) trata também do problema do igualitarismo social específico que advém como uma consequência dos avanços tecnológicos e podem realmente levar a uma mudança nas diferenças sociais de classe, mas podem, também, conduzir a outros tipos de diferenças que, conseqüentemente, podem produzir uma sociedade totalitária.

A digitalização também provocará mudanças na forma como as empresas se organizam no mercado, e conseqüentemente, como a força de trabalho é utilizada. Ela produzirá rendimentos que não dependerão da escala do negócio, ou seja, como por exemplo, em 1990, em Detroit as três maiores empresas automobilísticas (Ford, GM e Chrysler) possuíam uma capitalização de mercado combinada de US\$ 36 bilhões com um faturamento de US\$ 250 bilhões. Para tanto, empregavam um contingente de 1,2 milhões de empregados (SCHWAB, 2016). Em 2014, no Vale do Silício, uma década depois, as três maiores empresas de tecnologia tinham capitalizado US\$ 1,09 trilhões e geravam praticamente a mesma receita de US\$ 247

bilhões, contudo, empregavam apenas 137 mil pessoas, ou seja, 10 vezes menos trabalhadores (SCHWAB, 2016).

Para Schwab (2016), é importante ter em consideração o tempo e o alcance em que o efeito capitalizador consegue suplantar o efeito destruidor, e em que velocidade essas mudanças irão acontecer. Contudo, ainda existe o risco de o trabalhador assumir o papel de mero assistente da máquina, realizando tarefas complementares, nas quais as máquinas ainda são improdutivas. Desta forma, reduz a capacidade do trabalhador vislumbrar a totalidade das operações nas quais está inserido, tendo como uma consequência direta a redução do propósito do trabalho que é o trabalhador encontrar sentido e satisfação na tarefa que está realizando. Esse fato leva a uma depauperação do aprendizado de habilidades e conhecimentos práticos pelo operador, reduzindo sua motivação. (GRAGLIA; LAZZARESCHI, 2018).

A Velocidade do desenvolvimento e Amplitude das descobertas são fatores únicos que se destacam com as tecnologias que cada vez mais integram e harmonizam-se pelos avanços em várias disciplinas diferentes. A integração de várias tecnologias sai do campo da ficção científica e invade nossos lares cada vez mais. Logo poderemos imprimir comida, com a interação da biologia com a fabricação aditiva (impressão 3D) (SCHWAB, 2016). Outro aspecto da Indústria 4.0 refere-se à condição de as IAs estarem cada vez mais desenvolvidas e inseridas no dia a dia. Muitas vezes, passa despercebida a interação com uma IA em um atendimento de “0800”, quando realizada uma reclamação ou sugestão. As IAs estão ficando mais impressionantes com o aumento exponencial da capacidade de processamento e pela disponibilização de grande quantidade de dados. Elas são utilizadas para descobrir novos medicamentos, sequenciamento de DNA e preveem nossos interesses culturais. As IAs, a partir de algoritmos, aprendem através de “migalhas” de dados deixados no mundo digital, resultando em novo tipo de aprendizagem, a aprendizagem automática ou detecção automatizada, possibilitando a robôs se auto programarem e encontrarem outras respostas a partir dos resultados iniciais (SCHWAB, 2016).

Uma grande revolução dos últimos anos é, sem dúvida, as compras pela internet. Contudo, segundo Schwab (2016), o que parecia um oásis de felicidade esconde uma lógica extremamente injusta, “o Efeito Plataforma”. O Efeito Plataforma é uma lógica de concentração de poucas, mas poderosas plataformas, que dominam os seus mercados remotamente, causando o desmonte das lógicas do mercado local.

Os benefícios são óbvios para o consumidor: o custo-benefício, a comodidade de receber o produto na porta de sua casa ou a garantia de devolução do produto caso não goste, ou substituição caso esteja danificado.

Contudo, quando se deixa de comprar no comércio local, há enfraquecimento das nossas comunidades, aumentando assim o risco de concentrar o poder nas mãos de poucos. Para Schwab (2016), o equilíbrio está em se buscar uma abertura às inovações colaborativas, pela qual os conhecimentos e tecnologias que aperfeiçoam os processos vêm de todos os envolvidos nesse processo, e até mesmo de fora dele, quando o cliente é convidado a participar, aproximando a comunidade das inovações tecnológicas. Na Holanda⁵ o aplicativo Peerby.com, produzido de forma colaborativa, permite que seus membros emprestem, uns dos outros em sua vizinhança, as ferramentas, eletrônicos e equipamentos que necessitam de forma esporádica, evitando a compra, promovendo assim que não haja desperdícios e agressões ao meio ambiente.

As inovações com as quais convivemos são fruto de processo que começou há 15.000 anos (VERAS; RASQUILHA, 2019). É comum marcar as revoluções industriais em função de acontecimentos e datas históricas, contudo Dombrowski & Wagner (2014) preferem marcar essas revoluções a partir de “tecnologias-chaves”. Tecnologias-chaves (figura 1) marcam a passagem do tempo quando modificam a forma como as populações interagem com o meio, provocando o surgimento de outras tecnologias numa espiral de crescimento.

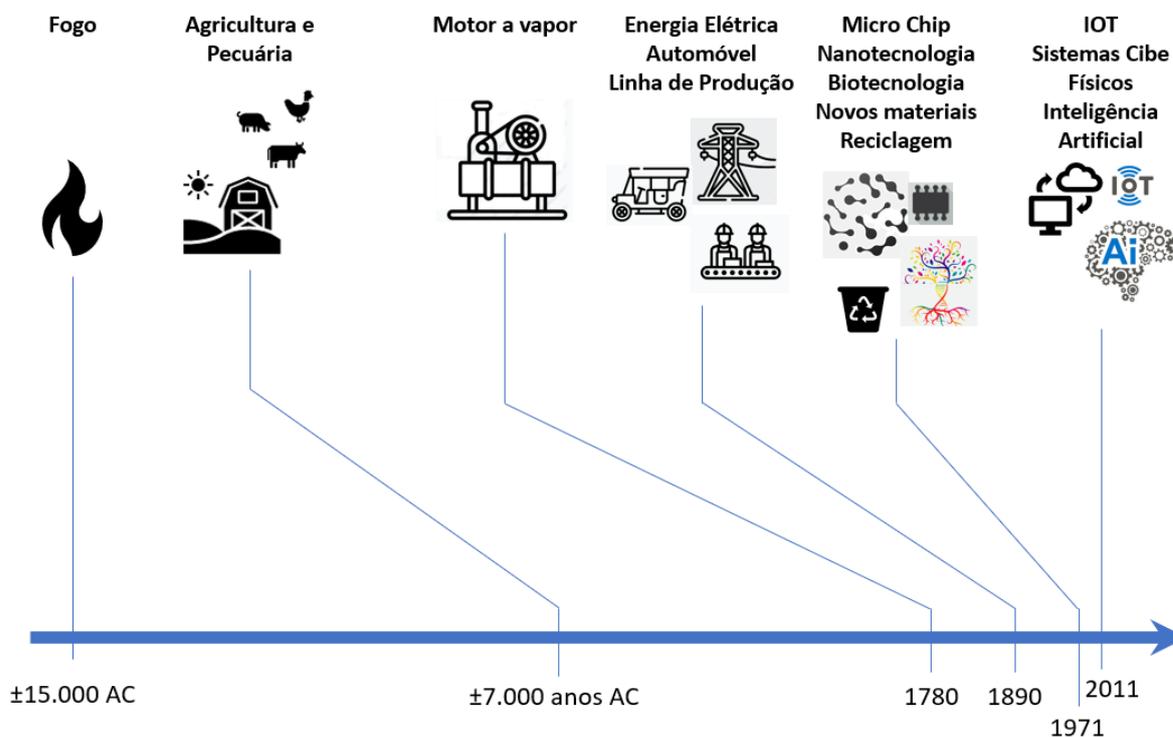
No princípio, a humanidade seguia de região em região, onívora e coletora, mas com o advento do fogo (BOWMAN et al., 2009), a primeira tecnologia-chave muda a relação do homem com os alimentos, pois carne cozida é mais fácil de ser digerida, impulsionando a humanidade para a próxima tecnologia-chave, a agricultura e, posteriormente, a pecuária (VERAS; RASQUILHA, 2019). A revolução agrícola fixou o homem à terra, com a descoberta de plantas que poderiam ser cultivadas e guardadas durante os períodos de escassez, sendo cozidas para gerar alimento e energia.

Animais poderiam ser domesticados e cercados para serem abatidos quando fosse mais conveniente, fornecendo fonte de proteína e ser consumida com uma maior frequência de quando eram coletores. A revolução agrícola perdurou por

⁵ Disponível em: <https://casafirjan.com.br/lab-de-tendencias/aquario/sustentabilidade-e-colaboracao-cases-de-sucesso-da-holanda> – postado no dia 20/10/2019 pelo site casa firjan, afiliada ao Senai, Sesi, IRL e SIRJ, acesso em 05/01/2020.

incríveis 14 séculos, devido ao sucesso do surgimento da agricultura e da pecuária (VERAS; RASQUILHA, 2019). Contudo nesse período, as pessoas, para produzir, eram limitadas pela força dos animais e delas próprias, raramente poderiam lançar mão da força das águas ou do vento.

Figura 1 - As Tecnologias-Chaves



Fonte: adaptado pelo autor a partir de Dombrowski & Wagner (2014)

A próxima tecnologia-chave, inventada por Thomas Newcomen em 1712, e melhorada por James Watt, impulsionaria a primeira revolução industrial na Inglaterra do Século XVIII, o motor a vapor (figura 1). Esse avanço provocaria um êxodo rural como nunca visto na história. Grandes indústrias de tecelagem, transformavam acres de algodão em panos pálidos em questão de horas, com um preço amargo. As populações que migravam aos milhares do campo para as grandes cidades em busca de melhores condições, enfrentavam condições de trabalho insalubres (Foto 1), e devido à grande demanda por profissionais, viam seus filhos, menores de idade, sujeitados as mesmas e péssimas condições, por ganhos que muitas vezes eram pífios (DOMBROWSKI; WAGNER, 2014).

Novos materiais como o ferro fundido e o aço obtidos a preços mais acessíveis fornecem insumos para que ferrovias, pontes e arranha-céus saiam das pranchetas dos projetistas e tornem-se realidade. Gottlieb Daimler e Karl Benz (1885), inovam com a invenção do primeiro carro, mas é Henry Ford (1908) com seu modelo T e a

linha de montagem que impulsionaram a indústria automobilística, com aumento de produtividade, empregando milhares de pessoas com salários muito melhores, enquanto reduziam o custo para o consumidor final (DOMBROWSKI; WAGNER, 2014)

Foto 1 - Exploração do trabalho infantil - A triste realidade das fábricas na Idade Moderna



Fonte: (OLIVEIRA, 2017, p. 14)

Com o desenvolvimento do microchip em 1958, seu uso industrial só seria regulamentado em 1971, criando as bases do novo salto de tecnologia chave e instaurando a 3ª revolução industrial. Com isso, surgem os primeiros computadores pessoais, e o embarque desses computadores nos equipamentos convencionais de produção, tornando-os automáticos e com pouca interação humana, reduzindo erros e aumentando a produtividade, o que acarretaria excesso de capacidade. Este excesso de capacidade implica em redução de mão de obra. Fábricas mais eficientes com menor número de pessoas para operá-las forçou a uma maior especialização de mão de obra (DOMBROWSKI; WAGNER, 2014).

2.1.1 A 4ª Revolução Industrial

Em 2012⁶, Siegfried Dais (Robert Bosch S.A.) e Henning Kagermann (*German Academy of Science and Engineering*) submetem ao governo alemão uma pauta de recomendações, e em abril de 2013 na feira de Hannover o relatório final do grupo de trabalho “Indústria 4.0” é apresentado (KAGERMANN et al., 2013).

O grupo propôs uma série de iniciativas para colocar a indústria alemã na vanguarda da tecnologia: Sistemas Ciber-Físicos (CPS), que podem gravar informações e combinar redes físicas de produção independentes entre si com sistemas informatizados, propiciando flexibilidade aos sistemas de produção (início da cadeia), em relação ao que os clientes exigem (final da cadeia); Redes de sensores inteligentes (RFID) que disponibilizam informações rápidas e individualizadas sobre o status de componentes ajudando o empregado a ser mais assertivo em sua produção aumentando assim sua eficiência; Internet das Coisas (IoT) que permite que objetos conversem com humanos ou com outras máquinas; IAs e *Clouds* (Nuvem) onde toda a informação está disponível.

Dombrowski e Wagner (2014) alertam para o que eles chamam de “Ponto de vista Sociotécnico”, que em um sistema de produção seria a descrição das relações entre os subsistemas: tecnológicos; operação humana e organizacionais. Para descrever os três subsistemas deve-se descrever as influências dos elementos utilizados nos processos: as pessoas, objetivos, processos, culturas, tecnologias e infraestruturas utilizadas. Todos esses elementos estão sujeitos aos efeitos das condições econômicas, marcos regulatórios e especulações políticas. Portanto, segundo Dombrowski e Wagner (2014, p. 102) é razoável esperar que quando um dos fatores sofre alteração, conseqüentemente os outros fatores também sofrem. Quando uma tecnologia desenvolvida na academia é implantada no chão de fábrica, ela afeta irreversivelmente a engenharia de produção, da mesma forma que afeta as condições sociais e a qualificação da mão de obra. Os autores especulam que o aumento da

⁶ Disponível em <https://www.citisystems.com.br/industria-4-0/> - postado por Cristiano Bertulucci Silveira e Guilherme Cano Lopes, acesso em 17/05/2020

faixa etária dos trabalhos também tem que ser pesado em relação aos estudos de impactos e perspectivas da implantação de novas tecnologias.

Três revoluções industriais plantaram as sementes que tinham em sua essência a capacidade de transformar o mundo e mudaram radicalmente a forma como a humanidade gera a mais-valia. Essas sementes não foram plantadas somente nas indústrias, mas também na sociedade, influenciando a forma como os seres humanos se relacionam uns com os outros e com a natureza (SCHWAB, 2018).

Durante a 1ª Revolução Industrial ocorreram mudanças na forma como os indivíduos cooperavam e/ou competiam, criando sistemas novos de produção, distribuição e comunicação, ficando o uso da palavra “indústria” restrito ao referenciar o que de fato foi seu impacto. Segundo Schwab e Davis (2019, p. 37) seria melhor adotar a definição de Thomas Carlyle e John Stuart Mill, “indústria é toda a atividade que decorre do esforço humano”.

Schwab e Davis (2019) afirmam que a 1ª Revolução Industrial esteja entre os fatos do século XVIII que mais provocam devastação ambiental e degradação nas condições mínimas de subsistência humana. Contudo, é inegável a onda de prosperidade que se seguiu no rastro de seu aparecimento. Os países mais ricos do mundo até 1750 como Grã-Bretanha, França, Prússia e Holanda e, mesmo as colônias Norte Americanas, possuíam um índice médio de crescimento de 0,2% ao ano. As desigualdades eram muito maiores que atualmente. A renda per capita desses países seria classificada pelos padrões atuais como de extrema pobreza.

Após 100 anos, em 1850, com o impacto na economia do motor a vapor utilizado nas empresas tecelãs, provocando o crescimento de 9,7% ao ano entre 1780 e 1801, a renda per capita desses países que já possuíam índice médio de crescimento de 2 a 3% ampliava notavelmente. (SCHWAB; DAVIS, 2019).

Entre 1870 e 1930 surgiram as tecnologias-chaves para lançar as bases da 2ª Revolução Industrial. Com o aperfeiçoamento da energia elétrica, irá surgir em seu lastro o motor elétrico, o rádio, o telefone e os eletrodomésticos, demonstrando todo o potencial de sua utilização. Aviões e carros produzidos às centenas invadem os céus e ruas a partir do surgimento do motor a explosão, e com sua popularização impulsionam as indústrias que os produzem. Com a síntese da amônia abre-se o caminho para a “revolução verde” na agricultura dos anos 1950. Com todos esses

avanços, a 2ª revolução industrial, marcou o início do mundo moderno (SCHWAB; DAVIS, 2019).

Em meados de 1950 iriam surgir as bases da 3ª Revolução Industrial. Com a postulação das teorias de Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC's). Essa revolução também não é fruto da tecnologia computacional e, sim, como ela afeta a forma como a humanidade lida com sua economia e suas relações sociais. Milhões de seres humanos serão afetados pela crescente capacidade de nossos computadores armazenar, processar e transmitir informação em formato digital (SCHWAB; DAVIS, 2019).

O impacto acumulativo das três revoluções propiciou uma elevação considerável na riqueza dos países mais avançados. Os países membros da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), na sua maioria formada por países localizados no hemisfério norte como Estados Unidos, Reino Unido e Alemanha, representando a sexta parte da população mundial, possuem aproximadamente 30 a 100 vezes mais renda per capita que seus equivalentes em 1800, como por exemplo, os Estados Unidos que são um dos participantes do bloco econômico desde sua fundação em 1961, apresentava uma Renda per capita em 1820 de D\$ 1.894 (TOMBOLO; SAMPAIO, 2013) e em 2017⁷ sua Renda per capita era D\$ 59.532 ou seja 30 vezes maior.

Ainda conceituando a 4ª Revolução Industrial, ao redor do mundo, estão sendo pesquisadas e desenvolvidas muitas tecnologias e os regulamentos ligados a elas ainda não foram nem escritos. Os esforços do Fórum Econômico Mundial são no sentido de que se abram as janelas de oportunidades, e que líderes mundiais e colaboradores de todos os setores da sociedade envolvidos possam trabalhar juntos para formatar os sistemas da Indústria 4.0. Schwab e Davis (2019) sugerem que não se perca essa oportunidade pois, segundo eles, se a humanidade for bem-sucedida, haverá uma onda de prosperidade e redução das desigualdades sociais, com uma reversão da perda de confiança que divide e polariza a política. Schwab e Davis (2019) são enfáticos em afirmar que a 4ª Revolução Industrial terá a capacidade de produzir sistemas que sustentem populações mais saudáveis, mais longevas e com níveis

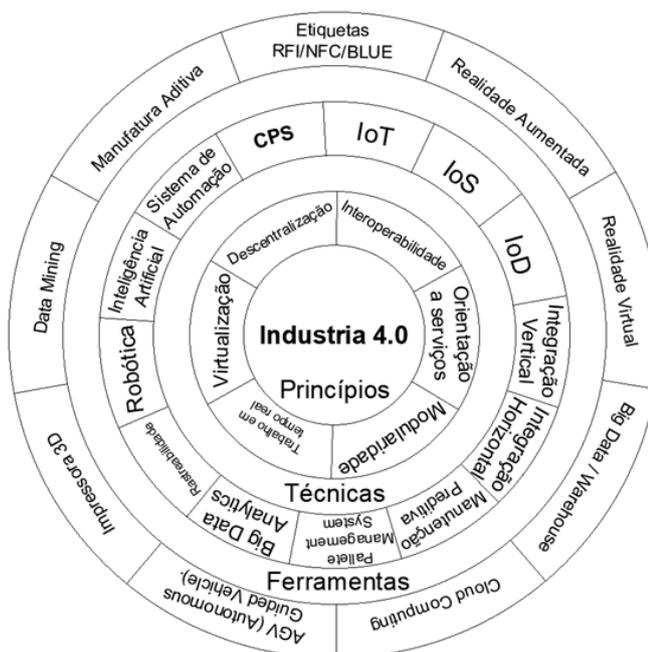
⁷ Disponível em https://pt.wikipedia.org/wiki/Organiza%C3%A7%C3%A3o_para_a_Coopera%C3%A7%C3%A3o_e_Developolvimento_Econ%C3%B4mico – acesso em 06/01/2020.

mais satisfatórios de segurança econômica e física, felizes em suas atividades em um ambiente sustentável.

2.2 CARACTERÍSTICA DA INDÚSTRIA 4.0

Segundo Cesar *et al.* (2017) existem Princípios, Técnicas e Ferramentas que caracterizam a Indústria 4.0 (Figura 2). Princípio é a “Origem de algo, de uma ação ou de um conhecimento” (FERREIRA, 1995, p. 529, verbete: princípio), Hermann *et al.* (2016) definem os princípios de design que norteiam a Indústria 4.0 e sua implementação em: interoperabilidade, virtualização, descentralização, trabalho em tempo real, orientação a serviços e modularidade.

Figura 2 – Hierarquia dos Princípios, Técnicas e Ferramentas



Fonte: adaptado pelo autor a partir de Cesar *et al.* (2017)

As técnicas são “a parte material ou o conjunto de processos de uma arte” (FERREIRA, 1995, p. 627, verbete: técnica). Segundo Cesar *et al.* (2017, p. 4) são consideradas as principais técnicas da Indústria 4.0: CPS (*Cyber Physical Systems*), IoT (*Internet of Things*); IoS (*Internet of Service*), IoD (*Internet of Data*), Integração Vertical, Integração Horizontal, Inteligência Artificial, Sistema de Automação, Robótica, Rastreabilidade, *Big Data Analytics*, *Pallet Management System* e Manutenção Preditiva.

2.2.1 Princípios da Indústria 4.0

Algumas tecnologias da I4.0 já estão presentes no espaço reservado à educação. Há pelo menos três décadas, muitas das tecnologias que hoje são utilizadas nas *Smart Factories*, surgiram nas mentes de pesquisadores e bancadas de teste das universidades. Foi assim com a IA, a Realidade Aumentada, a Realidade Virtual, o *Big Data*, dentre tantas outras técnicas e ferramentas da I4.0. Para migrar para o ambiente escolar, a partir daí, seria apenas uma questão de tempo (ALMEIDA, 2020).

Conhecer os princípios, técnicas e ferramentas da I4.0, portanto torna-se imprescindível para ter uma visão completa de como essas tecnologias estão afetando a relação ensino/aprendizagem. A seguir foram relacionados e conceitualizados esses princípios, técnicas e ferramentas. Para o entendimento da complexidade da I4.0 e sua desmistificação, as definições a seguir dos princípios, das técnicas e das ferramentas têm o objetivo de apresentar ao leitor o que representa a I4.0, e a partir dela começar o entendimento de sua interface com a educação.

É o princípio que define a capacidade de um sistema de se comunicar de forma transparente com outro sistema. Essa integração é realizada por meio de técnicas chamadas CPS, IoT e IoS. A Planta *Smart Factories* no princípio era interoperada somente internamente. Isso significava que os transportadores, estações de produção e transporte, sistemas de estocagem e expedição eram integrados somente entre eles, mas em 2014, com a elaboração de protocolos de descrição semânticas mais poderosos, essa integração pôde extrapolar as fronteiras de empresa e ganhar a Internet (HERMANN; PENTEK; OTTO, 2016).

Na educação esse princípio é amplamente aplicado em grande medida quando plataformas de ensino, para oferecer suporte a Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) utilizam de recursos variados, tanto para apresentar conteúdos, possibilitar comunicação e intercâmbio, quanto no processo de avaliação. Os AVAs possibilitam a aprendizagem do aluno através do estímulo à construção do conhecimento a partir da prática, reflexões, interações, fazendo uso de diferentes recursos e mídias. Através desses ambientes virtuais é possível a integração de outros sistemas abarcantes capazes de organizar e determinar o ponto focal personalizado para o processo

educacional mediado por computador, sendo possível apoiar o professor e promover o engajamento do aluno (FERNANDES, 2019).

Virtualização é princípio que define a forma como os seres humanos interagem com a Planta *Smart Factories*. Através do CPS cria-se um modelo virtual da Planta Física, onde todas as condições de operação são delimitadas. Quando ocorre alguma falha, uma pessoa pode ser solicitada para acompanhar as alterações necessárias, e como toda a operação está virtualmente entrelaçada com a operação física, as próximas etapas podem ser reprogramadas, bem como as ações de segurança e de produções futuras. Os operadores físicos são apoiados no manejo crescente de complexidade dos sistemas de produção, o que em grande medida seria difícil para alguém acompanhar esses trâmites sem o apoio virtual da operação (HERMANN; PENTEK; OTTO, 2016).

Segundo Fava (2018), na educação a virtualização se manifesta de duas formas, ou através de ambientes virtuais ou através de ambientes de Realidade Aumentada. É comum tratar os dois termos como sinônimos, mas não é o caso, pois na Realidade Virtual o usuário é completamente imerso no ambiente virtual, e na Realidade Aumentada existe uma mesclagem do ambiente virtual com os ambientes reais como é o caso de jogos como o Pokémon Go⁸.

Descentralização é o princípio que atende à demanda cada vez maior por produtos personalizados. Tira a decisão e controle dos sistemas centralizados e burocráticos. A decisão agora é realizada pelo CPS, que através de ambientes virtuais, tomam decisões em tempo real, baseados em IAs, que aprendem à medida que os usuários e compradores dos produtos interagem com o sistema de produção. Para garantir a qualidade e a rastreabilidade do produto, são utilizadas etiquetas RFID, que localizam os produtos dentro do processo tornando o controle centralizado totalmente obsoleto (HERMANN; PENTEK; OTTO, 2016).

Esse princípio se relaciona com a educação quando as inteligências artificiais são inseridas para mediar o processo ensino aprendizagem. Segundo Isotani e Pinto (2019, p. 9), esse processo tem dois objetivos:

1. Objetivo Educacional: compreender de maneira mais profunda e detalhada como e quando a aprendizagem realmente ocorre, fornecendo subsídios para melhorar as práticas educacionais/instrucionais.

⁸ Disponível em <https://tecnoblog.net/341575/pokemon-go-adiciona-recurso-avancado-de-realidade-aumentada/>, postado por Lucas Lima em 26/05/2020 - acesso em 03/06/2021.

2. Objetivo Tecnológico: promover o desenvolvimento de ambientes adaptativos de aprendizagem mais flexíveis, inclusivos, personalizados, envolventes e eficazes.

Desta forma, como existe uma definição para Inteligência Artificial, existe também uma Inteligência Artificial na educação, um sistema computadorizado para interagir com os ambientes, atores e recursos educacionais. Essa inteligência artificial dedicada à educação compreenderá as necessidades de “entender o fenômeno para apoiar a tomada de decisão pedagógica; atuar no ambiente para promover os objetivos educacionais; retroalimentar o sistema com vistas a melhorar as duas ações anteriores” (ISOTANI; PINTO, 2019, p. 9).

Trabalho em tempo real é o princípio que permite aos controladores das Plantas *Smart Factories*, através dos CPS, coletar e analisar informações em tempo real, atualizando o status da Planta a qualquer momento, podendo realocar rotas de produção em caso de pane de equipamentos sem comprometer a eficiência da Planta (HERMANN; PENTEK; OTTO, 2016).

Dar feedback aos alunos é a forma mais eficaz do professor ter a certeza de que conceitos e conteúdos foram devidamente assimilados e, caso isso não aconteça, promover a partir desse ponto interações e estímulos outros para que essa construção de aprendizagem possa acontecer de forma plena (DOSE, 2017). Esse é um dos processos que podem acontecer em tempo real, como a avaliação e recuperação paralela.

Orientação a Serviços é o princípio em que todos os recursos disponíveis (máquinas e pessoas) através do CPS são disponibilizados para que a equipe de vendas possa oferecer para o cliente a melhor solução para as suas necessidades. Esses recursos ficam disponíveis dentro e fora das fronteiras da empresa. Com a utilização de etiquetas RFID o cliente pode acompanhar em tempo real o andamento do atendimento de seu pedido (HERMANN; PENTEK; OTTO, 2016).

Uma busca nas bases de dados da Capes⁹ utilizando as palavras chaves “Orientação a Serviços e Educação” ou “*Service Orientation and Education*” não apresentou resultados para realizar alguma conclusão de correlação entre os termos.

⁹ Disponível em https://www-periodicos-capes-gov-br.ez338.periodicos.capes.gov.br/index.php?option=com_pmetabusca&mn=88&smn=88&type=m&metalib=aHR0cHM6Ly9ybnAtCHJpbW8uaG9zdGVkLmV4bGlicmlzZ3JvdXAuY29tL3ByaW1vX2xpYnJhcnkvbGlid2ViL2FjdGlubi9zZWZyY2guZG8/dmlkPU NBUEVTX1Yx&Itemid=124, acesso em 27/04/2021.

Modularidade é o princípio em que todos os sistemas modulares adaptam com uma incrível flexibilidade às mudanças de quantidade, modelo, cor ou outros demais requisitos solicitados pelos clientes, portanto, adequam rapidamente a sazonalidade de produção ou mudanças repentinas nas características do produto. Em uma planta *Smart Factories*, novos módulos podem ser facilmente incorporados utilizando os princípios *Plug & Play*. Essa tecnologia permite que novos módulos sejam reconhecidos imediatamente por meio de IoT e IoS (HERMANN; PENTEK; OTTO, 2016).

Segundo Ciavatta e Ramos (2012, p. 29) a modularidade na educação em grande medida está ligada a organização curricular dos cursos profissionalizantes:

(...) agregando-se as respectivas competências em unidades pedagógicas autônomas (os módulos) que podem compor diferentes itinerários formativos, conforme demandas e necessidades da produção. O desenho de tais itinerários seria provocado por mudanças na produção que exigiriam do trabalhador o desenvolvimento de novas competências.

O currículo fragmentado, na verdade propõe uma rotatividade formativa. Segundo os autores, o trabalhador flexível é aquele capaz de se reinventar e aprender permanentemente novas competências, aproveitando as oportunidades oferecidas pelo mercado de trabalho.

2.2.2 Técnicas da Indústria 4.0

As técnicas da indústria 4.0 têm como finalidade dar sustentação à implementação dos princípios, sem as quais seria impossível sua implantação. Da mesma forma como um entendimento dos princípios é relevante para essa pesquisa, conhecer as técnicas se faz necessário, pois muitas delas já são utilizadas na área de educação.

CPS – Cyber Physical Systems é a técnica em que o mundo virtual e o mundo real se conectam e essa integração só acontece quando sensores, atuando em tempo real, transformam todas as reações da planta física em alterações que podem ser vistas em uma planta virtual (KAGERMANN et al., 2013).

Na educação, CPS pode ser largamente utilizado para integrar os sistemas de biblioteca, acesso ao campus, salas de aula, notas, confirmação de presença, enfim

tudo que pode ser automatizado nas rotinas das escolas (TORI; KIRNER; SISCOUTO, 2006).

IoT – Internet of Things é a técnica em que a internet das coisas compreende a comunicação de equipamentos utilizando os protocolos da internet (IP). São sistemas de dispositivos inter-relacionados a máquinas digitais ou analógicas, pessoas, objetos, que são reconhecidos pela rede de computadores com identificadores únicos, podendo transferir dados sem a necessidade de haver interação h-h ou h-m¹⁰ (ASHTON, 2010).

A integração dos sistemas rotineiros da escola, como retirada de livros na biblioteca, acesso as áreas permitidas para alunos, professores e servidores, sistemas de notas, confirmação de presença, solicitações de serviço de secretaria ou agendamentos para atendimento personalizados são facilmente acessados por dispositivos (celulares, tablets ou computadores) interligados e reconhecidos pelas redes CPS através de dispositivos IoT (SILVA *et al.*, 2017).

IoS – Internet of Service é a técnica em que as novas arquiteturas de sistemas orientadas a facilitar a interação das equipes de venda com o cliente e a cadeia produtiva tem cada vez mais expandido seu espaço, encurtando prazos de entrega, barateando custos e reduzindo desperdícios na cadeia de valor dos produtos. É composta pela equipe de venda, fornecedores e a *Smart Factory*, e por sua vez está conectado aos clientes e consumidores, para vender muito mais que um produto, mas todo seu valor agregado (ANDERL, 2014).

Uma busca nas bases de dados da Capes¹¹ utilizando as palavras chaves “IoS – Internet of Service and Education” ou “Service Orientation and Education” não apresentou resultados para realizar alguma conclusão de correlação direta entre os termos.

IoD – Internet of Data é a técnica em que uma tecnologia consegue armazenar a grande quantidade de dados gerados pelas redes de IoT e IoS, transferindo e analisando de forma adequada esses dados (ANDERL, 2014).

¹⁰ Humano-humano ou humano-máquina.

¹¹ Disponível em https://www-periodicos-capes-gov-br.ez338.periodicos.capes.gov.br/index.php?option=com_pmetabusca&mn=88&smn=88&type=m&metalib=aHR0cHM6Ly9ybnAtcHJpbW8uaG9zdGVkLmV4bGlicmlzZ3JvdXAuY29tL3ByaW1vX2xpYnJhcnkvbGlid2ViL2FjdGlubi9zZWYyY2guZG8/dmlkPUNBUEVTX1Yx&Itemid=124, acesso em 28/04/2021.

Na educação¹², o IoD pode ser amplamente utilizado na área de pesquisa para auxiliar os pesquisadores na coleta de dados e análise de resultados.

Integração Vertical é a técnica que só acontece quando todos os equipamentos da Planta Smart Factories utilizando a tecnologia de IoT se integram em uma CPS para criar configurações flexíveis do sistema de manufatura. Para garantir uma integração vertical o sistema deve oferecer integração digital ponto a ponto, e principalmente a capacitação de gerentes e funcionários para compreender o impacto desta integração no funcionamento da Planta (KAGERMANN et al., 2013).

Essa técnica pode auxiliar o coletivo da escola no gerenciamento das unidades escolares, transformando esse espaço em uma “rede pervasiva global”¹³:

Neste cenário, os usuários estarão conectados às coisas (i.e. os dispositivos embarcados) que por sua vez estarão inseridas em um processo cujos dados serão elaborados para consumo das aplicações. Tal conceito mais abrangente é definido pela Cisco em [8] como IoE (Internet de Todas as Coisas ou Internet of Everything). (SILVA et al., 2017, p. 1274)

Tal integração (IoE), que enfatiza a conexão entre máquinas que fazem uso de sensores e de informações que surgem das interações entre elas, podem evoluir para uma integração vertical, que conecta “bilhões de pessoas, dados e coisas”, tornando a “experiência mais rica”.

Integração Horizontal é a técnica em que trata da integração da cadeia de valor, em qualquer parte do mundo, através da rede mundial de computadores, o que possibilita que uma peça fabricada no Brasil seja integrada a um projeto de uma máquina projetada na Austrália e montada na Croácia, podendo ser vendida no Canadá. Todo esse caminho é realizado com a integração horizontal através de IoT e IoS de toda a cadeia de valor espalhada pelos quatro cantos da terra (KAGERMANN et al., 2013).

A integração horizontal na educação pode acontecer através das integrações de vários programas disciplinares com conteúdo e metodologias de ensino-aprendizagem distintos. A integração horizontal acontece quando cursos diferentes

¹² Disponível em <https://blogbrasil.comstor.com/qual-o-papel-da-iot-na-educacao>, publicado em 2020 pelo Canal SYNEX Comstor - acesso em 24/05/2021.

¹³ “A computação pervasiva, também conhecida como computação onipresente ou computação oblíqua, fornece informações, mídia, contexto e poder de processamento para nós, onde quer que estejamos. Esta classe de tecnologias é caracterizada por vastas redes de microprocessadores conectados incorporados em objetos do cotidiano.”, sendo que a definição de computação pervasiva é de Paula Louzada, com postagem feita em 29 de abril de 2019, tendo o título “Computação pervasiva: onipresença da informática”. Disponível em: <https://www.fm2s.com.br/computacao-pervasiva-onipresenca-da-informatica/>, acesso em 27/05/2021.

possuem disciplinas, organizadas por exemplo, ao redor dos sistemas do corpo humano, os cursos de enfermagem ou medicina, têm as mesmas disciplinas, e “dentro destes blocos os estudantes aprendem ciências básicas (anatomia, fisiologia, patologia, farmacologia, etc.) junto com disciplinas das ciências sociais e às vezes até atividades de educação baseada na comunidade” (IGLÉSIAS; BOLLELA, 2015, p. 268).

Inteligência Artificial (IA), técnica que segundo Fava (2018), utiliza o campo da ciência da computação especializado na criação e desenvolvimento de sistemas, através de algoritmos, para atribuir inteligência e tomada de decisão aos computadores. Frequentemente abreviado como AI (*Artificial Intelligence*), o termo foi cunhado por John McCarthy na Conferência de Dartmouth em 1956¹⁴.

Como já foi visto antes, inteligências artificiais dedicadas à educação (IAED) já existem e podem auxiliar gestores e professores, no processo ensino-aprendizagem (ISOTANI; PINTO, 2019).

Sistema de Automação segundo Campana e Oplustil (2011), é a técnica em que um sistema faz uso de pouca ou nenhuma interação humana para operar. A ideia de automação está ligada à ideia de máquinas que se movimentam sozinhas, “autômatos”, palavra proveniente do latim, e tem por finalidade agilizar as tarefas repetitivas.

Na escola, vários processos¹⁵ podem ser automatizados, como por exemplo a emissão de relatórios, emissão de documentos, notas e boletins.

Robótica é a técnica que associa sistemas de automação e IA. Podem ser plataformas autônomas (*autonomous guided vehicle*), braços robóticos ou robôs humanoides. Tem como premissa a repetitividade dos movimentos com precisão, contudo é imprescindível um conhecimento específico dos operadores do sistema na introdução de novos protocolos de momentos, para a expansão da linha. Essas mudanças podem ser realizadas através de IoT, reconfigurando a linha para novos produtos (CAMPANA; OPLUSTIL, 2011).

¹⁴ Disponível em: <https://sites.google.com/site/inteligenciaartificialist/4-um-pouco-de-historia> - acesso em 20/10/2020.

¹⁵ Disponível em <https://tutormundi.com/blog/automacao-escolar/>, publicado por Gabriel Rios, jornalista e operador de marketing, comunicação e produção de conteúdo em 21/04/2021 - acesso em 28/04/2021.

Robôs podem ser utilizados para realizar várias atividades nas escolas, como manutenções, limpezas e tarefas repetitivas. Na universidade de Chicago¹⁶, a gestão de recuperação e empréstimos de livros é realizada por robôs.

Rastreabilidade é a técnica que dispõe de programa de acompanhamento sistematizado de um produto, desde sua origem, passando pelo processo de fabricação e manuseio, até o seu destino. Em termos práticos, é saber “o que” (produto ou bem), “de onde” veio (origem) e “para onde” vai ou foi (destino). À primeira vista esse processo parece ser simples, no entanto, quando pensamos em uma linha de produção com milhões ou até milhares de produtos e/ou componentes, pode gerar complicações para operadores da indústria e logística. Em 1999, com o advento das etiquetas por radiofrequência (RFID), esse controle pôde ser sistematizado e computadorizado. (CÉSAR et al., 2017).

Em bibliotecas¹⁷, o uso de etiquetas RFID propicia e agiliza o controle de evasão, inventários e recuperação de livros e periódicos proporcionando segurança e rastreabilidade dos processos.

Big Data Analytics é a técnica em que o processo de análise realizada nos imensos bancos de dados e nuvens de armazenamento (Clouds) busca padrões escondidos, correlações desconhecidas e muitas outras informações úteis. Com *Big Data Analytics*, podem ser analisados enorme quantidade de dados com único algoritmo, que as ferramentas de análise convencionais não podem realizar (SHARMA, 2016).

A primeira¹⁸ *Big Data Analytics* ocorreu no mapeamento da epidemia da peste bubônica na Europa em 1663 pelo demógrafo e fundador da bioestatística JOHN GRAUNT. Atualmente a academia faz uso de grandes *Big Data Analytics* para coletar e analisar dados de pesquisa e desenvolvimento de novas teorias (MELLO, 2015).

Pallet Management System é a técnica em que um componente chave nos sistemas de IoT e da cadeia de suprimentos, utiliza as etiquetas RFID como suporte para agilizar a rastreabilidade dos produtos (CÉSAR et al., 2017).

¹⁶ Disponível em <http://www2.eca.usp.br/fmodesto/?q=node/205>, publicado pelo Prof. Dr. Fernando Modesto, da Universidade de São Paulo, Escola de Comunicações e Artes (Departamento de Biblioteconomia e Documentação), em 11/05/2011 - acesso em 28/04/2021.

¹⁷ Disponível em <https://rfidbrasil.com/blog/tecnologia-rfid-para-bibliotecas/>, postado em 3 de setembro de 2019 por Paola Chastagnier em Educação & Cultura, Novidades - acesso em 28/04/2021.

¹⁸ Disponível em <https://www.todociencia.com.ar/nace-en-londres-en-1620-john-graunt-el-primer-demografo-y-el-fundador-de-la-bioestadistica-ademas-de-precursor-de-la-epidemiologia/>, acesso em 28/04/2021.

Uma busca nas bases de dados da Capes¹⁹ utilizando as palavras chaves “*Pallet Management System and Education*” não apresentou resultados para realizar alguma conclusão de correlação direta entre os termos.

Manutenção Preditiva é a técnica em que um tipo avançado de manutenção de equipamentos através do monitoramento por sensores IoT, de padrões de temperatura, vibração, avaliação sensorial de desgaste e projeções de vida útil de componentes tem por objetivo aumentar ao máximo o tempo de operação de equipamentos, máquinas e meios de transporte sem que ocorram paradas não programadas de manutenção (BLOEM et al., 2014).

2.2.3 Ferramentas da Indústria 4.0

As técnicas, ao serem implementadas, exigem a adoção de uma série de ferramentas. Para o melhor entendimento do papel das ferramentas nessa implementação, segue uma conceituação delas bem como sua aplicabilidade na área da educação, quando existir:

Etiquetas RFID/NFC/BLUE é a ferramenta em que sistemas de controle e gerenciamento de produtos por rastreamento do sinal de radiofrequência, são compostos por apenas três componentes: as etiquetas, um hardware formado por antenas/leitores e um software. A estrutura da etiqueta, por sua vez, é bem simples: uma pequena antena receptora das informações e um microchip para armazenar os dados recebidos, como os números de série de um produto, por exemplo. Mas vai muito além disso, podendo armazenar muito mais informações, como o lote, a máquina que produziu, o turno que foi montado, a hora que sai da prateleira e foi encaminhada para o cliente (TOMASIC, 2018). O uso em educação está associado à técnica de rastreabilidade.

Realidade Aumentada é a ferramenta de aprimoramento da percepção humana utilizando tecnologias móveis para ampliar a visão, a audição e até mesmo o olfato, conectando de forma simples o ser humano ao mundo digital. Cria um efeito de

¹⁹ Disponível em https://www-periodicos-capes-gov-br.ez338.periodicos.capes.gov.br/index.php?option=com_pmetabusca&mn=88&smn=88&type=m&metalib=aHR0cHM6Ly9ybnAtcHJpbW8uaG9zdGVkLmV4bGlicmlzZ3JvdXAuY29tL3ByaW1vX2xpYnJhcnkvbGlid2ViL2FjdGlvbi9zZWZyY2guZG8/dmlkPUNBUEVTX1Yx&Itemid=124, acesso em 28/04/2021.

mesclar o mundo digital ao mundo real de forma a ampliar a percepção de quem está interagindo (PAELKE, 2014).

A Realidade Aumentada só é possível devido a dispositivos equipados com sistemas denominados “Inertial Measurement Unit (IMU)”, que é um sistema dotado de acelerômetro, giroscópios e magnetômetros, que indica ao dispositivo, normalmente óculos 3D, o mundo virtual projetado sobre a imagem captada do ambiente real, favorecendo a interação do usuário (FAVA, 2018, p. 76). Seu uso em educação pode levar o usuário a experimentar um ensaio numa bancada de química virtual localizada sobre uma bancada real na sala de aula.

Realidade Virtual é a ferramenta em que tecnologia permite a imersão completa do usuário no mundo digital, altera a percepção dos sentidos visuais, sonoros, táteis e até olfativos, com ou sem a interação do usuário (SCHULTHEIS; RIZZO, 2001).

No caso de Realidade Virtual, Fava (2018) alerta para não correr o risco de confundir com Realidade Aumentada, pois no caso de Realidade Virtual, o usuário, utilizando dispositivos IMU, fica totalmente imerso no mundo virtual, podendo realizar um passeio pelo sistema circulatório ou sistema nervoso humano e no minuto seguinte fazer um passeio em um museu.

Big Data/Warehouse²⁰ é a ferramenta de múltiplas fontes de informação estruturadas e não estruturadas que navegam pelas redes de dados da internet e não podem ser capturadas pelas ferramentas típicas de bancos de dados e de software para tratamento da informação. Para realizar a compilação e o agrupamento desse banco de dados são utilizados algoritmos especialmente desenhados para essa finalidade. Por sua vez, os dados abertos interligados objetivam criar conexões entre vários dados, em especial, aqueles disponíveis em bibliotecas, museus e arquivos, criando uma grande rede estruturada semanticamente legível, onde é amplamente utilizado para coleta de dados na área de pesquisa e inovação (GASQUE, 2013).

Data Mining é a ferramenta que realiza a análise dos dados “minerados” pelos algoritmos de busca consistentes em um banco de dados (*Big Data/Warehouse*). O processo de mineração de dados (*Data Mining*) consiste em três etapas: exploração, construção de modelos ou definição do padrão e validação ou verificação da informação. Normalmente essa busca é realizada através de algoritmos que

²⁰ *Data warehouses* armazenam grandes quantidades de dados coletados e integrados de diversas fontes – disponível em <https://www.oracle.com/br/database/what-is-a-data-warehouse/> – Site da Oracle sobre bancos de dados publicado em 2021 – acesso em 18/02/2021.

reconhecem padrões específicos e refinam e agilizam as buscas (HEIDARI; PAPAGELIS, 2020).

Nas pesquisas acadêmicas que produzem uma infinidade de dados, como por exemplo, na área financeira, sobre a oscilação das bolsas de valores espalhadas pelo mundo, ou por uma pesquisa no fundo do mar realizada por um robô, que rastreia o relevo e envia as imagens captadas e codificadas, a análise levaria anos para ser realizada, utilizando somente as ferramentas convencionais de análise estática, ou mapeamento por ultrassom²¹. Nesses casos, utilizar as ferramentas de *data mining*, agiliza a obtenção dos resultados com economias significativas de investimento humano e financeiro (DIAS et al., 2008).

Cloud Computing - Big date e Cloud Computing (Computação em Nuvem) parecem ser conceitos semelhantes, mas possuem características bem distintas, enquanto as *Big Dates* são grandes “bancos de dados”, *Cloud* são aplicações e armazenamento que ocorrem em lugares muitos distantes, e que são disponibilizados aos usuários através das redes de dados. Por exemplo, o usuário de algum aplicativo ou programa não precisa necessariamente instalar esse aplicativo, basta acessar em sua versão on-line na *Cloud* (YEN et al., 2014).

Sua aplicação na educação tornou viável o fato de que salas de aula e laboratórios, possam utilizar, de forma assíncrona, licenças do mesmo aplicativo em **máquinas** diferentes, o que populariza sua utilização e facilita a manutenção dos sistemas pelos gestores e professores através das nuvens (PICONEZ et al., 2017).

Impressora 3D e Manufatura Aditiva é a ferramenta para ir construindo, camada por camada, peças ou até mesmo conjuntos de peças, perfeitamente operacionais sem a necessidade de equipamentos convencionais de usinagem. Esses equipamentos de impressão 3D se tornaram populares e muitas casas já dispõem deles (GIBSON; ROSEN; STUCKER, 2002).

Os FabLabs²², que fazem uso de impressoras 3D e Manufaturas Aditivas, segundo Camargo (2020), exercem um grande poder de encantamento e engajamento em crianças e jovens. Pode ser percebida sua importância na

²¹ Disponível em <https://super.abril.com.br/tecnologia/ultra-som-para-ver-o-fundo-do-mar>, – Matéria da “Revista Superinteressante”, publicada em 31 de agosto de 1993 e atualizada em 31 de outubro de 2016. Acesso em 27/05/2021.

²² “Um FabLab ou no original ‘*Fabrication Laboratory*’ nada mais é do que um laboratório de fabricação digital, espaço criado para estimular a criatividade, o conhecimento, a “mão na massa” e o aprender diferente”, disponível em <https://tecnologia.educacional.com.br/blog-inovacao-e-tendencias/fablabs-um-novo-conceito-para-voce-ficar-por-dentro/> - postado por Juliana Antunes, em 08/03/19 - acesso em 29/04/2021.

democratização ao acesso a tecnologias, indo muito além de contribuir com o aprendizado de linguagens computacionais ou técnicas de fabricação, incentivando o aprendizado de matemática, línguas, ética e cidadania.

AGV (*Autonomous Guided Vehicle*) um veículo guiado autonomamente para percorrer em um ambiente sem qualquer controle humano. O AGV pode incluir um ou mais processadores, capazes de fazer com que ele circule em torno de objetos e obstáculos no ambiente e realize suas tarefas. Costumam utilizar recursos visuais, etiquetas reflexivas e/ou fita magnética para orientar sua navegação (KEEHN; FERREIRA; SAUNDERS, 2020).

Uma busca nas bases de dados da Capes²³ utilizando as palavras chaves “*Autonomous Guided Vehicle and Education*” não apresentou resultados para realizar alguma conclusão de correlação direta entre os termos.

Os princípios da I4.0, quando aplicados à educação, tem o potencial para transformar a rotina das escolas. Porém, é preciso alertar que os custos em infraestrutura e mão de obra qualificada, de forma sistemática e permanente, podem inviabilizar a implantação desses recursos principalmente em escolas sediadas em regiões mais pobres. A falta de políticas públicas inviabiliza a democratização destes recursos. Contudo, quando for possível seu emprego, é inegável que podem auxiliar muito o cotidiano das escolas e a interação professor/aluno/comunidade.

O conceito de Smart Campus, empregado em muitas universidades e escolas, já é uma realidade. Esse conceito vem sendo utilizado em muitas universidades de forma sistêmica e organizada. Um exemplo brasileiro desta iniciativa é o *Smart Campus* da Universidade de Campinas²⁴, que possui vários projetos com a utilização dos princípios, técnicas e ferramentas da I4.0 já implantados ou em implantação. Dois projetos podem ilustrar esse emprego, como o projeto chamado Circular Interno que disponibiliza a posição do ônibus circular que permite consultar sua localização dentro do campus, otimizando a circulação e traslado aos usuários. Outro projeto é conhecido como Fila dos Restaurantes que através da imagem da fila dos restaurantes e IA informa aos usuários dos refeitórios o tamanho das filas, para otimizar a demanda por esse serviço. Atualmente são 4 projetos já implantados e em funcionamento, 4

²³ Disponível em https://www-periodicos-capes-gov-br.ez338.periodicos.capes.gov.br/index.php?option=com_pmetabusca&mn=88&smn=88&type=m&metalib=aHR0cHM6Ly9ybnAtcHJpbW8uaG9zdGVkLmV4bGlicmlzZ3JvdXAuY29tL3ByaW1vX2xpYnJhcncvbGlid2ViL2FjdGlvbi9zZWYy2guZG8/dmlkPUNBUEVTX1Yx&Itemid=124, acesso em 29/04/2021.

²⁴ Disponível em <https://smartcampus.prefeitura.unicamp.br/> - acesso em 04/06/2021 - site da UNICAMP que apresenta as iniciativas de implantação do *smart* campus criados a partir de 2017.

projetos em vias de implantação e mais 4 projetos que ainda estão na fase de planejamento.

2.3 COMO A INDÚSTRIA 4.0 CHEGA AO BRASIL

Desde o seu início, as revoluções industriais foram sendo criadas com o objetivo de melhorar os processos que os precederam, otimizando os tempos de produção e tornando a cadeia produtiva mais eficiente para maximizar os ganhos econômicos. Esse processo não escapa ao olhar atento de Adorno (1993), acreditando ele que essas ondas tecnológicas que subvertem a nossa humanidade, e os seus precursores, engenheiros, arquitetos e químicos, “majoritariamente pessoas práticas”, se iludem em pensar que podem resolver todas essas questões “pedagogicamente”.

Contudo, atualmente, os gestores correm para tornar as fábricas mais *smart*, tornando a linha de produção coadjuvante no cenário produtivo. Os principais investimentos em tecnologia são nas etapas do negócio, ou seja, na captação do pedido realizado pelo cliente até a entrega do produto. Em resumo, investimentos em ferramentas digitais é a parte crucial da 4ª Revolução Industrial (SCHWAB, 2016).

Wang *et al.* (2016) alertam que todas essas demandas de informação necessitam de uma infraestrutura digital com banda larga e rede móvel ilimitada para que os fatores que impulsionam as *smart factories* assumam as dimensões desejadas de desenvolvimento, para derrubar, principalmente, as barreiras da gestão do negócio. Ao realizar uma radiografia da infraestrutura brasileira de banda larga e inclusão digital, contudo, alguns fatores para uma implantação segura e consistente da Indústria 4.0 brasileiras, vêm à tona (KNIGHT, 2019).

Segundo Knight (2019), após a análise da conjuntura brasileira de banda larga e inclusão digital de 2006 a 2016 podem ser deduzidas algumas conclusões:

A primeira conclusão de Knight (2019) é a falta de planejamento estratégico para aproveitamento das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) para acelerar o desenvolvimento social, econômico e político do Brasil. Uma tentativa

nessa direção foi o Livro Verde organizado por Tadao Takahashi²⁵ para atender uma solicitação do Ministério das Ciências e Tecnologia em 2000. No entanto, na Feira Rio Info 2018 em um seminário que proferiu, "O Brasil e a sua Internet em 2030", Lobo e Costa ao comentarem a afirmação de Takahashi:

O projeto i2030 nasceu em 2013 quando o Brasil não conseguiu evitar as invasões da NSA americana²⁶ nas suas redes. Isso é um absurdo. Um país do tamanho do Brasil tinha de saber evitar esse tipo de ação. A sensação que tivemos foi que o Brasil ficou parado no tempo e esqueceu de planejar o futuro. A ideia do i2030 é exatamente essa. Definir ações que possam vir a ser cumpridas. Tentar não repetir os erros do passado. Nós perdemos a oportunidade de produzir roteadores em 1995. Os chineses aproveitaram. Não podemos errar mais", sustentou Takahashi (LOBO; COSTA, 2018).

A segunda conclusão de Knight (2019) é que a penetração da banda larga também não atingiu os objetivos almejados:

Criado pelo Decreto n. 7.175/2010, o PNBL²⁷ é uma iniciativa do governo federal que tem como objetivo principal massificar o acesso à Internet em banda larga no país, principalmente nas regiões mais carentes de acesso. O PNBL teve como meta chegar a 35 milhões de domicílios conectados à rede mundial de computadores em 2014 (KNIGHT, 2019, p. 167).

Pode ser observado que a expansão da banda larga no Brasil é limitada e não foi coordenada de forma satisfatória pelos órgãos governamentais.

Knight (2019) afirma que em 2016 a penetração de banda larga no Brasil chegou a 54% dos domicílios da meta estabelecida pelo PNBL, e quando se refere à largura da banda a situação piora, pois, somente 12% das residências possuem no mínimo 8 Mbps, sendo que esse quadro piora para áreas rurais, regiões menos desenvolvidas, para os pobres, velhos e áreas menos favorecidas dentro de grandes centros urbanos.

O Programa Federal de Expansão de Banda Larga e Inclusão Digital não tem sido uma prioridade para os Governos Federais, de acordo com Knight:

A expansão da banda larga no Brasil não tem sido uma prioridade dos governos Fernando Henrique, Lula ou Dilma. Nos dois governos de Fernando Henrique, as prioridades foram a privatização das empresas de telecomunicações, o estabelecimento da Anatel para regular essas empresas e o governo eletrônico. Nos governos de Lula e Dilma, o governo eletrônico

²⁵ Um dos fundadores da Internet brasileira e o segundo brasileiro a fazer parte do Hall da Fama da Internet.

²⁶ Agência de Segurança Nacional (em inglês: National Security Agency - NSA) é a agência de segurança dos Estados Unidos, criada em 4 de novembro de 1952 com funções relacionadas com a Inteligência de sinais (SIGINT), incluindo interceptação e criptoanálise.

²⁷ Plano Nacional de Banda Larga.

foi deixado ao lado e a ênfase foi dada à inclusão digital, em grande parte pelas obrigações impostas sobre as empresas privadas e depois à expansão da banda larga a partir do lançamento do PNBL em 2010, que só conseguiu alcançar 62% de sua principal meta. Apesar das declarações da presidente Dilma a partir de 2014, o prometido BLPT não foi lançado até fevereiro de 2016.

As alocações no orçamento da União para inclusão digital e expansão da banda larga têm sido pífias e ainda assim esses recursos têm sido contingenciados pelo Ministério da Fazenda (como no caso da Telebras²⁸). O Ministério da Fazenda também apropriou quase toda a arrecadação do Fust²⁹ e a maior parte da do Fistel³⁰ e do Funttel³¹ e a dedicou a usos que nada têm a ver com o desenvolvimento das telecomunicações. (KNIGHT, 2019, p. 170).

O retrato exposto corrobora o fato de que a Indústria 4.0 no Brasil não possa fazer frente às grandes iniciativas mundiais. Somente as razões listadas já justificariam o fato de a indústria nacional estar tão atrasada em seu desenvolvimento, contudo, essa não é a única razão para o que vem acontecendo no cenário industrial brasileiro. Ao comparar as condições do Brasil com alguns países, como Alemanha, Estados Unidos e Japão, com base em Jaskulskii (2018, p. 23), é possível afirmar que:

As escalas de produção são significativamente menores; as taxas de crescimento da indústria brasileira são relativamente menores; as ofertas são muito maiores que a demanda na maioria dos setores industriais; os custos relativos de pessoal são muito menores; a lógica de gestão tende a maximizar o volume de utilização de pessoal; e os investimentos no setor são escassos.

Os cenários podem parecer desoladores, no entanto, no atual momento econômico-financeiro do país, a Indústria 4.0 tem um grande potencial para alavancar a produtividade, a qualidade e competitividade do que restou da indústria brasileira com base na evolução da alta tecnologia. Mas é necessário um movimento coordenado para alicerçar as bases e projetar soluções, sem renunciar a pessoal qualificado e devidamente treinado, infraestruturas adequadas e investimentos a nível empresarial e governamental.

Outro fator que merece atenção é a implementação no país das redes 5G. um paralelo pode ser estabelecido com a Guerra das Correntes³² (ou Batalha das

²⁸ Vinculada ao Ministério das Comunicações, a Telebras (Telecomunicações Brasileiras S.A.) é a empresa estatal que conecta o serviço público ao cidadão. Somos uma empresa mista, de capital aberto, que fornece soluções de telecomunicações com atuação nacional e o propósito de levar conectividade em alta capacidade a todas as localidades do país.

²⁹ Fundo de Universalização dos Serviços de Telecomunicações.

³⁰ Fundo de Fiscalização das Telecomunicações.

³¹ Fundo para o Desenvolvimento Tecnológico das Telecomunicações.

³² Disponível em <https://aventurasnahistoria.uol.com.br/noticias/reportagem/historia-tesla-vs-edison-a-guerra-das-correntes.phtml> – postado pela redação do site uol, em 09/09/2019. Acesso em 18/02/2021.

Correntes), que aconteceu entre Nikola Tesla³³ e Thomas Edison³⁴, nas décadas que fecharam o século XIX. Basicamente a disputa entre os dois foi acompanhada por intrigas e campanhas publicitárias financiadas por Thomas Edison, que visavam estabelecer o padrão da corrente contínua como mais confiável para distribuição de eletricidade. Nikola Tesla e Westinghouse³⁵, em contraposição, defendiam que a corrente alternada seria mais segura.

No início da implantação do sistema de energia elétrico nos Estados Unidos, o padrão de fornecimento era a corrente contínua, e Thomas Edison que detinha a patente desse padrão não estava disposto a perder os rendimentos financeiros que a utilização de seu sistema estava proporcionando. Esse sistema funcionava bem para o acionamento de lâmpadas incandescentes que eram responsáveis pelo maior percentual de utilização diária. Tinha a vantagem de poder ser utilizada diretamente para o carregamento de baterias de armazenamento, promovendo reservas energéticas em caso de interrupção de abastecimento. Entretanto, para o fornecimento de 100 volts eram necessários fios de cobre com bitolas muito grandes, o que inviabilizava os custos de distribuição e popularização do sistema.

Em contraposição ao sistema de corrente contínua, Tesla desenvolveu o sistema de corrente alternada, com transformadores entre os centros de produção de energia (usinas) e os centros de consumo (residências, indústrias e comércio), permitindo que a energia pudesse ser produzida e enviada a grandes distâncias, com um custo muito menor. Para garantir que seu sistema fosse popularizado, Tesla também renunciou à patente para barateá-lo mais ainda. Com um crescente aumento

³³ “Nikola Tesla (1856-1943) foi um inventor, austro-húngaro, nascido em Smiljan (Império Austro-húngaro), na atual Croácia, que deixou contribuições para o desenvolvimento das tecnologias mais importantes dos últimos séculos, como da transmissão via rádio, da Robótica, do controle remoto, do radar, da física teórica e nuclear e da ciência computacional”. Postado por Dilva Frazão, bacharel em biblioteconomia pela UFPE e professora do ensino fundamental, em 04/06/2020. Disponível em https://www.ebiografia.com/nikola_tesla/, acesso em 06/08/2021.

³⁴ “Thomas Edison (1847-1931) foi um dos maiores inventores da humanidade. Sua maior invenção foi a lâmpada elétrica. Chegou a registrar um total de 1.033 patentes. É de sua autoria a frase “Um gênio se faz com um por cento de inspiração e noventa e nove de esforço””. Postado por Dilva Frazão, bacharel em biblioteconomia pela UFPE e professora do ensino fundamental, em 11/06/2019. Disponível em https://www.ebiografia.com/thomas_edison/, acesso em 06/08/2021.

³⁵ “George Westinghouse (nascido em 6 de outubro de 1846, Central Bridge, NY, EUA - morreu em 12 de março de 1914, na cidade de Nova York), foi inventor, industrial americano e principal responsável pela adoção da corrente alternada para transmissão de energia elétrica nos Estados Unidos”. Britannica, The Editors of Encyclopaedia. “George Westinghouse”. Encyclopedia Britannica, 8 de março de 2021. Disponível <https://www.britannica.com/biography/George-Westinghouse>. Acessado em 6 de agosto de 2021.

da disponibilidade de energia elétrica, abriu-se os caminhos para a 2ª revolução industrial.

Agora no horizonte da 4ª revolução industrial está ocorrendo outra disputa muito semelhante, só que desta vez pelo monopólio do padrão de utilização do 5G³⁶ entre Estados Unidos e China. Os Estados Unidos alegam que a segurança nacional nas nações estaria comprometida caso seja utilizado o sistema Chinês, o que até o momento não foi provado, mas possibilita a campanha de intriga entre os dois países. As redes 5G oferecem velocidade de download até vinte vezes maiores que as redes 4G, possibilitando um número maior de usuários conectados simultaneamente, com conexões quase que instantâneas, o que facilitaria os CPS da I4.0 de operar, aumentando sua eficácia.

O sistema ainda é embrionário na grande maioria dos países, mas comparando ao impulso que a energia elétrica em abundância gerou na 2ª Revolução Industrial, um efeito muito semelhante é esperado com a implementação das Redes 5G em relação à 4ª Revolução Industrial.

Para Adorno e Horkheimer, “a irracionalidade da adaptação dócil aplicada à realidade torna-se, para o indivíduo, mais racional que a razão”. Se por um lado Tesla e Thomas Edison criam as bases para o 2ª Revolução Industrial, hoje, Estados Unidos e China travam uma batalha pelo monopólio do 5G, que é a base para a 4ª Revolução Industrial. Se o progresso da sociedade industrial deve eliminar por completo a “lei da pauperização”, esta disputa na verdade está aumentando a pobreza, acabando no final por destruir “a ideia pelo qual o todo se justificaria: O homem enquanto pessoa, enquanto portador da razão” (ADORNO; HORKHEIMER, 1985, p. 168).

2.4 AS TECNOLOGIAS NA VISÃO ADORNIANA

Quando Adorno (1993) olha para a sociedade do pós-guerra, tem o objetivo de fazer um diagnóstico de como ela se estruturou. Ao escrever a sua obra, *Minima Moralia*, entre 1944 e 1947, ainda sob impacto de uma guerra mundial, causa de sua

³⁶ Matéria de Julia Braun, publicada no site da Revista Veja, com o título “A batalha do 5G: como o Brasil se envolveu na disputa entre EUA e China”, em 25 de junho de 2020 – Disponível em: <https://veja.abril.com.br/mundo/a-batalha-do-5g-como-o-brasil-se-envolveu-na-disputa-entre-eua-e-china/>, acesso em 02/02/2021.

imigração, saindo da Alemanha em 1933 para fugir das perseguições movida contra judeus pelo nacional-socialismo para a Inglaterra, em 1937 viaja para os Estados Unidos para se juntar a Max Horkheimer com quem participou, em 1924, da fundação do Instituto de Pesquisas Sociais em Frankfurt³⁷. Faz observações e reflexões da realidade que se propõem a entender e que são ainda pertinentes e continuam atualizadas, pois através de sua leitura em grande medida não muito fluida, mas sempre afiada na crítica, pode-se alcançar uma reflexão dos elementos principais das leituras do mundo que o cerca: o capital monopolista e a indústria cultural. Em seus aforismos a vida cotidiana é desnudada e surge uma crítica aguda à conjuntura do homem contemporâneo.

Quais foram os caminhos e projetos que a levaram até aquele momento e que ao longo da história foram desenvolvidos, e como eles culminaram nos acontecimentos da II Guerra Mundial. Para tentar entender esse caminho, reconhecem que este trabalho será intenso e árduo, Adorno e Horkheimer dizem:

Quando começamos o trabalho, cujas primeiras provas dedicamos a Friedrich Pollock, tínhamos a esperança de poder apresentar o todo concluído por ocasião de seu quinquagésimo aniversário. Mas quanto mais nos aprofundávamos em nossa tarefa, mais claramente percebíamos a desproporção entre ela e nossas forças. O que nos propuséramos era, de fato, nada menos do que descobrir por que a humanidade, em vez de entrar em um estado verdadeiramente humano, está se afundando em uma nova espécie de barbárie. (ADORNO; HORKHEIMER, 1985, p. 11)

Se ao viver em tempos de crescente aumento tecnológico, seria razoável acreditar numa vida de abundância, paz, conforto e coerência entre as diferentes formas de ver o mundo, ao invés disso o mundo sempre caminha para a polarização, fascismos e guerras?

Segundo Adorno e Horkheimer (1985, p. 73):

Enquanto nos abstrairmos de quem emprega a razão, ela terá tanta afinidade com a força quanto com a mediação; conforme a situação do indivíduo e dos grupos, ela faz com que a paz ou a guerra, a tolerância ou a repressão, apareçam como o melhor. Como ela desmascara nos objetivos materialmente determinados o poderio da natureza sobre o espírito, como ameaça à integridade de sua auto legislação, a razão se encontra, formal como é, à disposição de todo interesse natural.

³⁷ Disponível em http://www.filosofia.com.br/bio_popup.php?id=62, postado por Daniel Ribeiro da Silva - acesso em 20/04/2021.

O pensamento de Adorno e Horkheimer (1985) contrapõe-se à marcha conquistadora da Razão Dominante, para que desse olhar possa surgir um mundo melhor. No aforismo “Longe dos Tiros”, reformulando a metáfora hegeliana, Adorno (1993, p. 47) irá dizer: "Eu vi o espírito do mundo, mas não a cavalo: vi-o nas asas de um míssil".

2.4.1 Não Bater à Porta – Aforismo 19

No mundo dominado pelo capitalismo tardio, onde a tecnologia começa a embarcar nas pessoas, os carros rodam sozinhos pelas ruas e estradas, as máquinas conectadas a outras máquinas se autoconsertam; podemos imaginar que Adorno (1993), vislumbrou um mundo onde pessoas passariam a “coisificar-se”, imitando mecanismos que rangem portas que são batidas de forma rude e que se fecham atrás de si:

A tecnificação toma, entretanto, precisos e rudes os gestos, e com isso os homens. Ela expulsa das maneiras toda hesitação, toda ponderação, toda civilidade, subordinando-as às exigências intransigentes e como que a-históricas das coisas. Desse modo, desaprende-se a fechar uma porta de maneira silenciosa, cuidadosa e, no entanto, firme. As portas dos carros e das geladeiras são para serem batidas, outras têm a tendência a fechar-se por si mesmas, incentivando naqueles que entram o mau costume de não olhar para trás, de ignorar o interior da casa que os acolhe... (ADORNO, 1993, p. 33).

Adorno (1993) já percebia que essa tecnologia toda, se não usada com correção, poderia tornar as pessoas tão máquinas como as próprias máquinas, e a violência que desse movimento é parida assume forma própria exasperando da “coisificação” nela contida. Neste aforismo, é possível correlacionar a ideia de que o aluno, por não ser máquina, não deve, nem pode ser “coisificado”. Na relação professor-aluno, o professor deve acolher o aluno e manter as portas abertas, sem ignorar o interior da casa que o acolhe.

2.4.2 Pro Domo Nostra – Aforismo 30

Neste aforismo de título “Pro domo nostra”, expressão italiana que deve definir o espírito do soldado, lutar pela causa, lutar pelo seu país, Adorno (1993) remete já nas primeiras linhas à Stravinsky³⁸. Em sua peça “*histoire du soldat*” de 1917, escrita no período em que viveu na Suíça, segundo Adorno (1993), é o único manifesto surrealista convincente, cuja peça aponta as carestias que advêm de um pós-guerra (I Guerra Mundial).

Ratifica em sua análise que o pano de fundo da composição da referida peça demonstra, de forma efetiva, como basicamente do período de pobreza que se segue após um período de confronto armado nem de perto pode ilustrar o que viria a seguir numa segunda guerra. Adorno (1993) continua sua crítica à indústria cultural³⁹ e seu alcance e seu olhar se volta à produção intelectual do período (assunto de seu domínio) que, como cultura de massa, busca realizar seus objetivos que, segundo ele, pode ser comparado ao progresso e à barbárie.

Seu olhar para a arte com a crítica imanente com que observa o mundo o leva a concluir que nenhuma obra de arte, nenhum pensamento, tem chance de sobreviver, a menos que se prostitua e se deixe coabitar pela recusa da “falsa riqueza” ou a “produção de 1ª classe”. Sua crítica aos meios de comunicação mais arcaicos que não estavam preparados para a produção em massa, nesses novos tempos, adquirem um upgrade: o não-capturado e o improvisado. Só essas tendências conseguiriam escapar frente às poucas empresas que dominavam o mercado da produção cultural (revistas e jornais) e as novas tecnologias (rádio, cinema e tv) que monopolizavam as empresas de comunicação.

No final vem sua crítica mais ácida quando o mimeógrafo é elevado à condição de meio de comunicação que revolucionaria essa nova era, como a imprensa impulsionou o Renascentismo, e elevou a penetração do pensamento burguês,

³⁸ “Igor Fiodorovich Stravinsky nasceu em 17 de junho de 1882 em Oranienbaum, pequeno balneário no Mar Báltico, músico, maestro e compositor russo, que se mudou para os EUA em 1939 fugindo da II Guerra Mundial. Por Leonardo Martinelli na Revista CONCERTO de abril de 2011”. Disponível em <https://www.concerto.com.br/noticias/arquivo/acervo-concerto-vida-de-igor-stravinsky>, publicado na revista Concerto em 04/2021.

³⁹ *Kulturindustrie* – (em alemão) termo criado por Adorno e Horkheimer, no livro “Dialética do Esclarecimento – Fragmentos Filosóficos” (1985), que traz reflexões sobre a racionalidade técnica permeando a produção da cultura, a administração do tempo livre e as formas de integração sistêmica (da cultura à lógica da mercadoria) e a padronização estética e serialização dos produtos.

consolidando seu poder. Vivemos anos muito semelhantes aos de Adorno (1993) em que a cultura e o entretenimento passavam por grandes transformações. O estado popularizou o cinema como ferramenta de propaganda no esforço de guerra, e o rádio fazia parte do cotidiano da maioria das casas provendo entretenimento e informação.

Hoje, em tempos em que a internet impulsiona a 4ª revolução industrial, os grandes grupos de telecomunicação⁴⁰ como Globo e SBT estão sendo incomodados por *Youtuber's*⁴¹ que, com baixos investimentos, produzem conteúdos que conseguem mais audiência que programas produzidos em estúdios e com grandes investimentos, forçando esses grupos a diversificar suas ações. Com a popularização da *smart tv* a internet migrou do computador para a sala de estar.

As produções cinematográficas autorais⁴², normalmente filmes estéticos e artísticos, sem grandes efeitos especiais perdem atratividade diante dos *blockbusters*⁴³ da Marvel; programas de *stand-up*⁴⁴ enchem os teatros que antes eram ocupados por grandes produções que empregavam muitas pessoas.

O racionalismo técnico na educação, promove a formação em massa, de professores que distribuem e alunos que engolem conteúdo. Diante dessa nova perspectiva parece que em 70 anos tudo está como antes, ou seja, nada mudou.

2.4.3 Sem Medo! – Aforismo 43

Neste aforismo, Adorno (1993) explora as mazelas dos relacionamentos interpessoais que, para ele, é um assunto que parece difícil de tratar, mas seguindo determinados critérios ficam suficientemente adequados de abordar, como por

⁴⁰ Disponível em <https://www.obeltrano.com.br/portofolio/quem-controla-midia-no-brasil/>, postado por Lucas Simões em 06/09/2019. Acesso em 22/04/2021.

⁴¹ Pessoa que produz conteúdo para veicular no site www.youtube e faz da produção desses conteúdos sua profissão – Disponível em: <https://rockcontent.com/br/blog/como-ser-um-youtuber/> - postado por Joana Morais em 20/02/2019, acesso em 17/02/2021.

⁴² Disponível em <https://www.aicinema.com.br/mudancas-na-industria-cinematografica/> - postado por Katia Kreutz (Texto e pesquisa) em 10/04/2019, acesso em 22/04/2021.

⁴³ Livro, filme, exposição ou outro objeto cultural que atinge grande popularidade ou sucesso. Disponível em: <https://dicionario.priberam.org/blockbuster> - acesso 18/02/2021.

⁴⁴ Ficar em pé ou levantar-se, apresentação humorística onde o artista se apresenta sozinho, sem cenário ou qualquer outro recurso cenográfico, apenas utilizando a iluminação, uma banqueta e um microfone, um orçamento baixo. Disponível em: <https://www.significadosbr.com.br/stand-up> - acesso em 18/02/2021.

exemplo, “Um dos mais confiáveis é objetar a alguém que uma certa afirmação é subjetiva demais” (ADORNO, 1993, p. 60). Para ele os conceitos de objetivo e subjetivo estão totalmente invertidos. O que se chama “objetivo” é o lado não controverso pelo qual aparecem as coisas, é uma fachada, é o perfil no “facebook” com mil curtidas, enfim um clichê. Por sua vez, os usuários do “facebook” pensam ser o “subjetivo”, o que rompe todas essas camadas de ilusão, quando finalmente esses mesmos usuários expõem suas verdades interiores, independente do risco de um “cancelamento”.

Muitos preconceitos vinham sendo desconstruídos e combatidos pelas diversas redes sociais, como a intolerância de gênero, o racismo, a condição da mulher e o bullying online, contudo, pessoas contrárias a essas ideias de desconstrução, que cultivavam pensamentos divergentes represados, mantinham-se reservadas. Porém, os indivíduos que defendiam essas ideias divergentes, percebendo o alcance das mídias sociais, nos últimos anos, passaram a adotar posturas de enfrentamento.

Nas duas condições as redes sociais tornaram-se um grande palco onde as duas correntes se digladiam e, como consequência, surgiu a cultura do “cancelamento”. Ao defender um ou outro lado, alguém pode ser cancelado. Segundo Adorno e Hockenheim (1985), a indústria cultural massifica as informações. Da mesma forma hoje em dia atua as redes sociais, não permitindo, na maioria das vezes, o direito de resposta aos moldes dos linchamentos públicos.

Nos ambientes escolares essas duas correntes também se digladiam, daqueles que acreditam que a educação pode olhar para o aluno de forma humanizada, e daqueles que estão mais preocupados em assegurar que os conteúdos sejam ministrados. Adorno (1993) lembra neste aforismo que pontes podem ser construídas, humanizar as relações com os alunos sem perder conteúdo. Para a construção dessas pontes é possível utilizar as TIC’s a fim de garantir os conteúdos e nas interações face a face busca entender qual a verdadeira essência de quem ensina e de quem aprende.

2.4.4 Enigma em Figuras - Aforismo 124

Adorno (1993), neste aforismo, dialoga com Engels e Marx, críticos radicais do capitalismo, que conclamavam em suas obras a emancipação da humanidade para uma sociedade sem classes. Postulavam que o proletariado tem todo o potencial revolucionário, pois era a classe que produzia todos os bens econômicos para a sociedade, sendo explorada sem receber o capital compatível com o resultado de seu trabalho. Em contraponto a essas máximas, Adorno (1993) irá escrever em vários trechos da obra: "Por que, a despeito de um desenvolvimento histórico que levou à oligarquia, os trabalhadores sabem cada vez menos que são trabalhadores, ..."

E ainda,

Enquanto, objetivamente, a relação dos proprietários e produtores com o aparato de produção se consolida de maneira cada vez mais rígida, a filiação subjetiva a uma classe torna-se tanto mais flutuante.

Ou,

A composição orgânica do capital exige, como já foi fartamente constatado, um controle através de pessoas com capacidade técnica, muito mais do que através dos donos das fábricas. Estes eram, por assim dizer, a contrapartida do trabalho vivo, aqueles correspondem à participação das máquinas no capital. Mas a quantificação dos processos técnicos, seu fracionamento em operações mínimas, que independem em larga medida da educação e da experiência, faz da competência desses diretores de novo estilo uma mera ilusão, atrás da qual se esconde o privilégio da admissão. O fato de que o desenvolvimento técnico tenha atingido um estágio que permite a todos desempenhar quaisquer funções — esse elemento socialista imanente ao progresso — se vê investido na fase mais recente do industrialismo. Pertencer à elite parece algo alcançável por qualquer um. Aguarda-se apenas a cooptação. (ADORNO, 1992, p.170)

Após a Segunda Guerra Mundial, um fenômeno econômico conhecido como o "Boom pós-guerra" ou "Era de Ouro do capitalismo", dá início a um período de prosperidade ocorrido principalmente em países ocidentais, que perduraria até meados de 1970. Ao contrário do que se acreditava, este crescimento também incluiu países que foram arrasados pela guerra como a Grécia, Alemanha Ocidental, França, Japão e Itália. O "Boom" foi provocado pela adoção de políticas econômicas keynesianas em especial, os gastos governamentais ("estímulo fiscal"). Este período é marcado por políticas governamentais, repressão financeira, baixas taxas de juros, resultando respectivamente em baixos custos do serviço da dívida e em liquidação da dívida existente (via inflação e tributação). Todos os fatores juntos permitiram que

países como os EUA e Reino Unido reduzissem o nível de endividamento, sem a necessidade de direcionar uma parcela alta de gastos do governo para o serviço da dívida. Essa era de prosperidade impulsionou fortemente o comércio e principalmente a indústria dos anos 1950 e 1960. O que não passa despercebido por Adorno (1993), que antevendo todo esse cenário, observa que:

A qualificação consiste numa afinidade, do investimento libidinoso de toda ocupação, passando por uma saudável mentalidade tecnocrática, até a alegre e radiante Realpolitik. Tais pessoas são experts apenas em matéria de controle. O fato de que qualquer um fosse capaz de fazer o mesmo não conduziu ao seu desaparecimento, e sim ao fato de que qualquer um pode ser chamado. Privilegia-se quem melhor se adapta. Decerto, os eleitos permanecem uma ínfima minoria, mas a possibilidade estrutural basta para manter com sucesso a ilusão de igualdade de oportunidades em um sistema que eliminou a livre concorrência que vivia daquela ilusão (ADORNO, 1993, p. 170).

Ou ainda,

Que as forças técnicas possibilitariam uma situação desprovida de privilégios, é algo que todos — mesmo os que estão na sombra — tendem a creditar às relações sociais que a impedem. De um modo geral, o pertencimento subjetivo a uma classe exibe hoje uma mobilidade que faz esquecer a rigidez da própria ordem econômica: o que é rígido é, ao mesmo tempo, o que se pode sempre deslocar (ADORNO, 1993, p. 170).

Adorno (1993) continua dialogando com Engels e Marx tendo como referência a obra “Manifesto comunista”, que estrutura a sociedade em duas grandes classes opostas: burguesia e proletariado. Dizem Marx e Engels (2012, p. 44):

Entretanto, a nossa época, a era da burguesia, caracteriza-se por ter simplificado os antagonismos de classe. A sociedade divide-se cada vez mais em dois grandes campos opostos, em duas classes inimigas: a burguesia e o proletariado.

Para justificar as divisões de classe num mundo tecnificado, em contraponto, Adorno (1993, p. 170) observa:

De um modo geral, o pertencimento subjetivo a uma classe exibe hoje uma mobilidade que faz esquecer a rigidez da própria ordem econômica: o que é rígido é, ao mesmo tempo, o que se pode sempre deslocar. Mesmo a impotência do indivíduo para calcular de antemão seu destino econômico dá sua contribuição a essa reconfortante mobilidade.

E para encerrar seu aforismo, irá perguntar ainda remetendo a Marx: “Mas os sociólogos veem-se confrontados com esta cruel adivinha: onde está o proletariado?” - (ADORNO, 1993, p. 171)

Adorno (1993) escreve esse aforismo em 1946, em plena 2ª revolução industrial, a era da eletricidade e da produção em massa, que tem início em 1890 e vai até 1971 (DOMBROWSKI; WAGNER, 2014). Como ele terminaria esse aforismo nos dias de hoje? Qual seria a adivinha para nossos sociólogos em plena 4ª revolução industrial? Talvez: “Onde estão as pessoas?”

2.4.5 Pequenas Dores Grandes Canções - Aforismo 137

Neste aforismo Adorno (1993) trata da subjetivação, conceito que até os dias de hoje causa controvérsia nos meios acadêmicos, por se tratar da formação da pessoa como sujeito. A subjetivação trata a forma como a tecnologia impacta a formação do sujeito a ponto de transformá-lo, e como a sociedade do capitalismo tardio despeja informações feito uma avalanche, tendo como resultado pessoas conexas e ao mesmo tempo desconexas. Segundo Touraine (2006, p. 166) “subjetivação é a construção, por parte do indivíduo ou do grupo, de si mesmo como sujeito”. O mundo pós-moderno é assim, difuso e polarizado, onde o pensamento crítico e a alienação convivem lado a lado, as vezes se distanciando e as vezes se mesclando, mas sempre em conflito. Para Touraine (2006) a sociedade está se dissolvendo diante dos sistemas e instituições sociais, que “modelam/pressionam os indivíduos”. Complementa:

(...) é precisamente no momento em que se impõe a figura cultural da sociedade, quando se observa a grande oscilação da ação e da representação do mundo exterior para o mundo interior, do sistema social para o ator pessoal ou coletivo, que aparece a ideia de sujeito como o ideal do ator. (TOURAINÉ, 2006, p. 125)

Para Adorno (1993, p. 170), “a cultura de massas contemporânea é historicamente necessária, não só como consequência do que, hoje, parece ser o contrário mais extremo da imperante standardização da consciência: a subjetivação estética”.

Trata de dois tipos de subjetivação, a estética que critica a padronização dos comportamentos gerada pela indústria cultural, que parece necessária para suprir os seus cofres com pouco investimento ou direcionamento do gosto popular para um determinado seguimento e, em outro trecho, critica a subjetivação lírica, dizendo, “A

subjetivação lírica em Heine, por exemplo, não está numa simples contradição com seus traços comerciais, mas o que se presta para ser vendido é a própria subjetividade administrada pela subjetividade” (ADORNO, 1993, p. 170).

Cita Heine, poeta romântico alemão, conhecido por ser crítico mordaz da religião, que cria a expressão que qualifica a religião como "ópio do povo" usada posteriormente por Marx. Adorno (1993) cita Heine que foi questionador de sua sociedade traçando um paralelo para criticar o produto da indústria cultural, que é sem conteúdo e apático. Para finalizar, Adorno (1993, p. 188) critica os artistas de sua época, como James Stewart, Robert Mitchum, Van Johnson entre outros e outras quando diz: “O tão falado exagero de representação dos artistas modernos, seu exibicionismo, é o gesto através do qual eles se oferecem no mercado como mercadorias”.

Olhando para a situação atual de toda a América Latina, podemos dizer que muitas coisas não mudaram de Adorno (1993) para hoje. Enquanto a América Latina arde em manifestações e lutas populares contra governos de direita ultraliberais, o Brasil “tuita” a alta do dólar e as últimas declarações e cortinas de fumaça de nosso presidente, enquanto a educação se desfaz por falta de políticas públicas e investimentos.

2.4.6 Loja De Brinquedo - Aforismo 137

Neste aforismo Adorno (1993) trata do conflito entre gerações, por um lado o adulto que tem uma visão mercantilista e monocromática da realidade:

A saber: do ganho, que se apodera de todas essas atividades como meros meios, reduzidas intercambiavelmente ao abstrato tempo de trabalho. A qualidade das coisas transforma-se, de algo essencial, na manifestação contingente de seu valor. A "forma equivalente" deforma todas as percepções: tudo aquilo em que não reluz mais a luz de sua própria determinação, como "gosto pelo que fazem", empalidece diante do olhar (ADORNO, 1993, p. 199).

E do outro lado a infância, com uma “visão colorida e útil”, uma contradição entre o fato em si e a fluidez do pensamento. As crianças usam a brincadeira como

castelos suspensos no ar para se protegerem, anúncios de uma vida justa, do real que ainda não é, mas está por vir. Adorno (1993, p. 200) observa que:

O desencantamento do mundo sensível é a reação do *sensorium* à determinação objetiva desse mundo como "mundo de mercadorias". Só as coisas purificadas da apropriação seriam ao mesmo tempo coloridas e úteis: sob a coerção universal esses dois predicados não se conciliam. Mas isto não significa tanto que as crianças estejam, como Hebbel pretende, presas a ilusões acerca da "atraente multiplicidade", mas antes que sua percepção espontânea ainda apreende a contradição entre o fenômeno e a fungibilidade que a percepção resignada dos adultos não alcança mais — e tenta a ela se subtrair. O jogo é a defesa delas.

Também, por isso, é possível afirmar que Adorno (1993) vislumbra na singeleza e pureza, na forma como a infância é vivida, a possibilidade de resistência e de esperança, quando diz:

À criança, incorruptível, salta aos olhos a "peculiaridade da forma equivalente": "o valor de uso torna-se a forma de manifestação do seu contrário, o valor" (Marx, O capital, I). -Em suas atividades gratuitas, a criança põe-se com uma finta do lado do valor de uso contra o valor de troca. Precisamente na medida em que despoja as coisas que manipula de sua utilidade mediatizada, a criança busca salvar, em seu trato com elas, o que as torna benéficas aos homens e não à relação de troca, que deforma igualmente homens e coisas (ADORNO, 1993, p. 200).

Para finalizar, fica uma reflexão de Adorno (1993) sobre o processo de amadurecimento e crescimento, induzido pela indústria cultural americana do pós-guerra, que busca a formação de adultos alienados e consumistas. Para ele a infância se apresenta como um refúgio da experiência, mostrando que nem tudo está aí para nos obedecer, que as coisas nos escapam e que é possível pensar que existe algo além da razão:

A irrealidade dos jogos anuncia que o real ainda não o é. Eles são exercícios inconscientes para a vida justa. A relação das crianças com os animais repousa por completo sobre o fato de que a utopia se mascara em criaturas às quais Marx sequer concede que produzam trabalhando mais-valia... ..Por isso, as crianças os amam tanto e ficam tão felizes ao contemplá-los. Eu sou um rinoceronte, significa a figura do rinoceronte. Os contos e as operetas conhecem essas imagens, e a ridícula pergunta daquela mulher: "Como é que sabemos que Orion se chama de fato Orion?" eleva-se às estrelas. (ADORNO, 1993, p. 200)

Com toda dialética negativa, que lhe é particular, Adorno (1993) se recusa a colocar em pedestais de ouro tanto o progresso quanto seu declínio, pois é evidente a dialética de sua crítica política e comportamental, e à medida que a práxis

transformadora efetivamente não se realiza como outrora Max e Engels previram, cabe a ele um pensamento que resista a realidade como único recurso de sanidade. Essa preocupação é seu combustível, sua crítica é virtuosa tanto para criticar as filosofias progressistas quanto as antiprogressistas da história. Ninguém escapa ao seu olhar afinado e afiado, isso porque ambas ameaçam apagar sua consciência de uma utopia possível, para ele inconcebível. O progresso, porque ameaça tudo que a consciência da humanidade criou, e o antiprogresso, que traduzem o desespero histórico em norma que é preciso respeitar.

Nos aforismos, Adorno (1993) não apresenta uma crítica sistemática ao progresso, e conseqüentemente à I 4.0, nem teorias rebuscadas de seu pensamento sobre ele, mas vai deixando pela floresta as migalhas que o leitor, por sucessivas leituras e contemplações admiravelmente ricas, vai chegando às suas conclusões. Ele traz sempre a contradição do pensamento para colocar o expectador em estado de alerta, afiando sua mente para os perigos contidos atrás das promessas do progresso e da modernização, nunca se satisfazendo com nenhuma conclusão.

Por fim, fica a sensação de que a 4ª Revolução Industrial, quando plenamente implementada, será a solução para todos os problemas da humanidade, mas como já foi percebido nas outras três revoluções, não é bem assim. Ainda falta muito para que todos os homens, se é que um dia isso ocorrerá, possam gozar de todos os benefícios das tecnologias agregadas à I4.0. Esse alerta para colocar a humanidade em prontidão, já foi anunciado por Adorno e Horkheimer (1985). O precipício que separa as classes sociais só tende a crescer.

A leitura dos aforismos de “Minima Moralia” citados neste estudo chamam a atenção pela sua contemporaneidade. É contundente, a preocupação de Adorno (1993) com a “coisificação” dos indivíduos em um mundo tecnificado, no qual projetos de implantes humanos com interfaces CPS podem conectar homens às máquinas pelas redes *wifi*, esse temor parece cada vez mais próximo de acontecer.

Outrora havia a persona, com racionalidade, consciência de si e do próximo, com o controle e a capacidade para agir conforme sua consciência, agora resta o individualismo irracional daqueles que correm para se atualizar frente às demandas por novas e melhores tecnologias, mas acabam por perceber que estão perdendo o jogo frente às mudanças que aparecem mais rápidas que sua capacidade de assimilarem.

Adorno (1993) estende sua humanidade para alcançar o homem trabalhador, e especular sobre sua capacidade de articulação e organização. Olha para a indústria cultural de sua época e não tem medo de apontar as mazelas nas quais está submetido e subjugado o indivíduo, através de uma busca incessante pela estandardização da consciência estética.

Adorno (1993) não é contra o progresso nem a favor do antiprogresso, ele se posiciona para criticar os dois lados, como quem busca ver as bem feitorias de um avanço tecnológico, sem, contudo, furtar-se de apontar tudo que de mal pode advir dele. Lança mão de um processo analítico de textos clássicos da filosofia para realizar sua leitura mais justa e independente das realidades em que vive, sempre como exercício de aprendizagem. Os aforismos ajudam a ter essa percepção, olhar para essa novidade que é maravilhosa, mas não perder os sentidos para olhar para o que está além, como o fez Adorno (1993) setenta anos atrás.

Realizar este exercício com referência a Adorno (1993) desperta os sentidos para olhar a Educação 4.0 e enxergar tudo que de bom pode vir dela, sem deixar de criticar aqueles aspectos que podem mudar os rumos de uma educação inclusiva, pública e de qualidade para todos.

À medida que a sociedade brasileira evoluía em quinhentos anos de história, muitas tendências pedagógicas foram implementadas com a finalidade da manutenção dos privilégios de uma minoria abastada. A pedagogia tradicional, o escolanovismo e a pedagogia tecnicista são exemplos dessa teoria não crítica segundo Saviani (2012).

Em plena era digital, impulsionada pelas tecnologias advindas da I4.0, tem início a Educação 4.0, com um novo olhar para os professores e alunos, até mesmo como a escola deve se estruturar. A educação em seu sentido libertador e as mudanças na formação econômica, social, política e cultural da sociedade que derivam da 4ª revolução industrial são discutidas e analisadas, no próximo capítulo, pelo olhar atento de Saviani (2012).

3. BREVE HISTÓRIA DA EDUCAÇÃO NO BRASIL

Para entender como a I4.0 pode impactar os processos educacionais é preciso objetivar como a educação brasileira foi se organizando e em que estágio está estruturada hoje. Buscar conhecer seus pontos fortes e suas fragilidades e como as tecnologias da I4.0 podem afetá-la, melhorando suas características e seu desenvolvimento. Para tanto, faremos um breve histórico de como a educação brasileira chegou no estágio em que se encontra atualmente. Iremos adotar a perspectiva de Dermeval Saviani (2012, p. 4), da Teoria Histórico-Crítica, e considerar as pedagogias: “tradicional”, “nova” e “tecnicista” que são denominadas por ele como “não-críticas”, porque interpreta historicamente essas pedagogias a partir do materialismo dialético, considerando a educação como um instrumento de equalização social.

3.1 TENDÊNCIAS PEDAGÓGICAS “NÃO-CRÍTICAS”

3.1.1 Pedagogia Tradicional

Para entender melhor a pedagogia tradicional e como ela se organizou no Brasil é necessário, inicialmente, reportar aos acontecimentos que antecederam sua construção, e como de certo modo, tem influenciado a educação. Um dos precursores desse processo foi Santo Inácio de Loyola⁴⁵, quando fundou a Companhia de Jesus, em 1540. Em 1548 abriu o primeiro Colégio da Companhia, em Messina na Sicília. Este colégio foi a base de inspiração para todos os outros, inclusive os que foram fundados no Brasil.

Em 1549 chegou ao Brasil Colônia o seu primeiro governador geral, Tomé de Souza, trazendo consigo o primeiro grupo de Padres Jesuítas. Esse grupo era chefiado pelo padre Manuel da Nobrega, formado por quatro padres e dois irmãos

⁴⁵ Disponível em: https://www.ebiografia.com/ignacio_loyola/ – postado por Dilva Frazão em 24/06/2020. Acesso em 07/03/2021.

com a missão de converter os gentios. Para dar conta dessa missão, criaram escolas, construíram colégios e seminários. Segundo Saviani (2013), o processo se deu em três aspectos articulados entre si: A colonização, a educação e a catequese.

Apesar de outras congregações religiosas operarem durante todo o período colonial no Brasil, os Jesuítas exerciam virtualmente o monopólio da educação porque tinham o respaldo da Coroa Portuguesa e o apoio das autoridades locais, podendo proceder de forma mais organizada.

O plano de educação jesuítico elaborado por Nóbrega tinha 5 fases: “aprendizagem do português para os indígenas”; a “doutrinação cristã”; a “escola de ler e escrever”; “canto orfeônico e música instrumental”, e finalizando com o “aprendizado profissional e agrícola para aqueles que ficariam no Brasil” e a “gramática latina” para aqueles que eram enviados à Europa (Universidade de Coimbra) para estudos superiores (SAVIANI, 2013, p. 44). No entanto, seu plano encontrou resistência dentro da Ordem jesuítica, e sua implantação foi precarizada e posteriormente suplantada pelo plano geral de estudos organizado no *Ratio Studiorum*.

Os conceitos pedagógicos contidos no *Ratio Studiorum* definiram as bases para o que passou a ser conhecido como pedagogia tradicional. Caracteriza-se principalmente por adotar “uma visão existencialista do homem, ou seja, é concebido e constituído por uma essência universal e imutável”. À educação restaria ajustar a realidade de cada educando à “essência universal e ideal que o define como ser humano” (SAVIANI, 2013, p. 58).

Durante as primeiras décadas do século XX, introduzida pela 1ª República e caracterizado pelo debate das ideias liberais, surgiu um extenso movimento de universalização da escolarização, que seria o instrumento pelo qual a sociedade iria ser introduzida à participação na política. Essa universalização seria pautada pelas ideias positivistas e o laicismo (SAVIANI, 2013).

A forma de educação postulada pelos Jesuítas, ficaram marcadas no Brasil muito depois de sua expulsão em 1759⁴⁶. Segundo Saviani (SAVIANI, 2012, p. 6) esse modelo de educação foi marcado por um “crescente sentimento de decepção”, pois não entregou a universalização da educação tão almejada pela 1ª República, e ainda

⁴⁶ Por exigência do Alvará, de 28 de junho de 1759, que estabelecia o fechamento de todos os Colégios Jesuítas, ordenando que todos “os religiosos da Companhia de Jesus fossem tidos, havidos e reputados como desnaturalizados, proscritos, e exterminados dos territórios portugueses e de todas as terras de além-mar”. (SAVIANI, 2013, p. 82)

mais, nem todos que tiveram acesso a ela foram bem-sucedidos. A passividade do educando é a principal marca da pedagogia tradicional, cabendo ao professor suprir de conteúdos seus alunos. Essa passividade não condiz com a atitude que se espera dos estudantes, nem com a atitude que se espera do professor, que é o centro do processo educativo, provedor de todo o conhecimento, que adota em sua prática de transferência da aprendizagem, a memorização, reduzindo este método a uma única dimensão, a dimensão do saber. Criando um entrave para a implantação de uma educação mais participativa e autônoma.

3.1.2 Pedagogia Escolanovista

A teoria escolanovista surgiu como uma reação às críticas à pedagogia tradicional que surgiram no final do século XIX. O período da 1ª república foi marcado por uma pedagogia que marginalizava o indivíduo quando ele não era capaz de se encaixar nos padrões e moldes pré-estabelecidos. Junto com a revolução de 1930 surge um sentimento de crença na escola e na sua capacidade de tornar os homens socialmente equânimes. Em 1932, com a publicação do Manifesto dos Pioneiros da Educação Nova, redigido por Lourenço Filho, Anísio Teixeira e Almeida Junior surge uma proposta de ensino inovadora para a época, A Escola Nova (SAVIANI, 2013).

O Manifesto dos Pioneiros defendia que as soluções dos problemas escolares deveriam ter um encaminhamento político-social. Defendiam novos ideais para a educação e lutavam contra os empirismos dos governantes. Segundo o texto do manifesto:

“O conteúdo real desse ideal variou sempre de acordo com a estrutura e as tendências sociais da época, extraíndo a sua vitalidade, como a sua força inspiradora da própria natureza da realidade social” (idem, p. 411). Com esse entendimento, o texto passa a considerar que a Educação Nova se constituiu como “uma reação categórica, intencional e sistemática contra a velha estrutura do serviço educacional, artificial e verbalista, montada para uma concepção vencida” (idem, ibidem). Em lugar dessa concepção tradicional, que servia a interesses de classes, a nova concepção vem fundar-se no “caráter biológico” que permite a cada indivíduo se educar, conforme é de seu direito, “até onde o permitam as suas aptidões naturais, independente de razões de ordem econômica e social” (idem, ibidem). Assim procedendo, a Educação Nova assume sua verdadeira feição social, formando “a hierarquia democrática” pela “hierarquia das capacidades”, construída a partir de todos os grupos sociais, cujos membros seriam contemplados com as mesmas oportunidades educacionais. Se a escola tradicional mantinha o indivíduo na

sua autonomia isolada e estéril, a nova educação, embora pragmaticamente voltada para os indivíduos e não para as classes, fundando-se sobre o princípio da vinculação da escola com o meio social, forma para a cooperação e solidariedade entre os homens (SAVIANI, 2013, p. 244).

Ficando claro que os Pioneiros almejavam através do Manifesto o cuidado com indivíduo, mais solidário e cooperativo com a sua comunidade.

Os 26 educadores que assinaram o manifesto, consideravam a escola tradicional uma instalação para atender os interesses burgueses. Para contrapor esse ideário defendiam que a educação é uma função prioritariamente pública. A escola deve ser única e comum, não deve haver privilegiados em função de seu poder econômico; os professores devem ter formação de ensino superior e o ensino deve ser laico, gratuito e obrigatório (SAVIANI, 2013).

Para Saviani (2012, p. 8–9):

(...) do intelecto para o sentimento, do aspecto lógico para o psicológico, dos conteúdos cognitivos para os métodos ou processos pedagógicos; do professor para o aluno; do esforço para o interesse; da disciplina para a espontaneidade, do direito para o não direito; da quantidade para a qualidade, de uma pedagogia de inspiração filosófica centrada na ciência da lógica para uma pedagogia de inspiração experimental baseada principalmente nas contribuições da biologia e da psicologia. Em suma, trata-se de uma teoria pedagógica que considera que o importante não é aprender, mas aprender a aprender.

Para que as premissas estabelecidas no Manifesto dos Pioneiros pudessem ser implementadas, a forma como a escola se organiza necessitaria ser completamente reformulada. Segundo Saviani (2012), a escola deveria abandonar o modelo antes estabelecido de sala de aula com alunos passivos perfilado lado a lado e professores que detinham grandes áreas de conhecimento e as expunham sem interrupção, para salas onde os alunos eram agrupados em função de suas áreas de interesse, e caberia ao professor agir como um orientador e incentivador dos alunos. Nesse modelo a aprendizagem é consequência da interação espontânea do aluno com seus colegas e professores.

Contudo, essa nova forma de organizar a escola não foi suficientemente impactante, para mudar o panorama organizacional do sistema escolar, por diversas razões, mas principalmente porque seu custo de implantação era oneroso demais, organizando-se principalmente na forma de escolas experimentais. Outrossim, os ideais escola novistas foram amplamente divulgados, o que causou uma série de

consequências indesejadas, como o afrouxamento da conduta e a falta de cuidado com o conteúdo das disciplinas por parte dos professores.

Por fim, se o escolanovismo tinha por ideal levar educação aos menos favorecidos, o que se constatou foi um aumento da marginalidade. A propagação dos ideais escola novistas de certa forma expôs as deficiências das escolas tradicionais, dando força para surgimentos à ideia de que “é melhor uma boa escola para poucos do que uma escola de deficiente para muitos” (SAVIANI, 2012, p. 11).

O surgimento de uma "Escola Nova Popular" colocou *pari passu* duas grandes questões. De um lado, as escolas novas formatadas para uma elite burguesa; do outro, as escolas populares para as classes trabalhadoras criando, com isso, um espaço de conflito, pois a “Escola Nova” se proclamava inovadora, mas de fato ela reproduzia as condições dominantes. Se os ideais escola novistas tornam-se a crença predominante no pensamento de professores e gestores, é “inevitável” a “pressão” para uma generalização das ideias escola novistas:

Se o escolanovismo pressupõe métodos sofisticados, escolas mais bem equipadas, menor número de alunos em classe, maior duração da jornada escolar; se se trata de uma escola mais agradável, capaz de despertar o interesse dos alunos, de estimulá-los à iniciativa, de permitir-lhes assumir ativamente o trabalho escolar, por que não implantar esse tipo de escola exatamente para as camadas populares nas quais supostamente a passividade, o desinteresse, as dificuldades de aprendizagem são maiores? (SAVIANI, 2012, p. 68–69).

As pedagogias que defendiam os ideais escola novistas, como princípio, foram largamente difundidos por professores, porém, sua implantação não alcançou as escolas com suas ideias de uma educação integral em tempo integral, a não ser em raríssimos casos em algumas escolas, como a Escola Parque fundada por Anísio Teixeira, em 21 de setembro de 1950, na cidade Salvador⁴⁷. Saviani (2012) enumera os fatores pelos quais o escolanovismo foi mais nocivo do que benéfico para o sistema de ensino brasileiro. Fatores como custo elevado de sua implantação, relaxamento da disciplina por parte dos professores e gestores, o distanciamento intelectual entre classes populares e a burguesia e um sentimento de frustração em relação às expectativas de que as reformas trazidas pelo escolanovismo seriam as soluções para

⁴⁷ Disponível em <http://www.consed.org.br/central-de-conteudos/escola-parque-completa-70-anos-firmando-a-educacao-integral-como-grande-legado-do-seu-idealizador-anisio-teixeira> - postado em 28/09/2020, acesso em 26/04/2021.

o desenvolvimento científico e tecnológico, impulsionando a reprodução dos sistemas de capital e o progresso brasileiros que não aconteceu.

Para Saviani (2012, p. 76), a Escola Nova, apesar de se autoproclamar democrática, reforçou a distância entre as classes sociais fortalecendo as desigualdades. Esse é o legado do escolanovismo no Brasil.

3.1.3 Pedagogia Tecnicista

No período de 1969 a 1980 o sistema educacional brasileiro foi dominado pela didática tecnicista. Segundo Saviani (2012, p. 11), o movimento escolanovista apresentava “sinais visíveis de exaustão” e desaproveito, primeiro porque não demonstrou sua eficácia frente à escola tradicional e, segundo, não se mostrou “portadora de todas as virtudes” pedagógicas almejadas pelo Estado Novo. Em meio a todo o período da Ditadura Militar e impulsionado pelo sentimento de nacionalismo exacerbado, surge a proposta de uma educação tecnicista que atenderia à crescente demanda por mão de obra das empresas nacionais, partindo das premissas da neutralidade científica, eficiência, racionalismo e produtividade. Esse movimento passou a defender a reorganização do processo educativo para que fosse objetivo e operacional, como uma consequência natural ao que estava acontecendo dentro das empresas.

Como ocorreu na Europa e Estados Unidos na virada do século, impulsionado pelo espírito nacionalista, e o crescente número de Indústrias que começavam a tomar os grandes centros, o modelo de trabalho artesanal familiar passou rapidamente para um modelo de trabalho industrial. Nesse modelo, segundo Saviani (2012), o trabalhador adaptado assume seu posto na linha de produção e participa do processo de trabalho que é organizado de forma segmentada. O produto, que na sua grande maioria das vezes era fruto de dias e muitas vezes até meses de trabalho de um único artesão, agora, pela ação de inúmeras pessoas e máquinas, em uma linha de produção, surge instantaneamente em uma fração de minutos ou horas, sem que essas pessoas tenham alguma identificação com seu resultado.

Na tentativa de atender às crescentes exigências de trabalho da sociedade da época, a educação tecnicista buscou “planejar a educação de modo a dotá-la de uma

organização racional capaz de minimizar as interferências subjetivas que pudessem pôr em risco sua eficiência” (SAVIANI, 2012, p. 12). Como consequência dessa metodologia, a incompetência, a ineficiência e a improdutividade são atribuídas aos marginalizados.

Essa tendência liberal tecnicista buscava uma organização eficiente, impondo a maximização do desempenho das escolas, tendo como objetivo a melhoria do produto, o aluno, através de estímulos positivos ou negativos para modificação dos seus comportamentos, para que ele saia diferente de como entrou. Uma característica do processo tecnicista foi o planejamento prévio das práticas pedagógicas com o objetivo de buscar uma padronização dos sistemas de ensino. Para que esse objetivo pudesse ser alcançado, técnicos e especialistas da indústria foram introduzidos nas escolas para realizar o planejamento escolar. Professores e alunos eram meros participantes do processo (SAVIANI, 2012).

O pilar onde o ensino tecnicista se sustenta é constituído pelo behaviorismo ou comportamentalismo que admite a tecnologia educacional como inspiração do tecnicismo, sendo que a valorização à experiência planejada, segundo essa linha, é a base de todo o conhecimento, sendo Skinner (1982) o principal representante desta corrente de pensamento.

Para Skinner (1982), uma sociedade ideal é aquela onde se estabelece o planejamento social e cultural, e a cultura tem papel preponderante nesse processo, para reforçar e controlar a ideologia do poder econômico e político. Então faz todo sentido que o controle e o direitismo do comportamento humano devem ser considerados inquestionáveis. Cabe ao indivíduo manter-se passivo e responder ao que dele foi planejado, pois o conhecimento é resultado direto da forma como ele responde ao que está sendo veiculado pelos meios culturais. Nessa direção, segundo Mizukami (1986), cabe à educação o papel de transmitir conhecimento bem como comportamentos éticos, habilidades e práticas sociais consideradas adequadas para a manutenção e controle do *status quo*. Como consequência a escola passa a ser uma agência educacional com uma nítida função de controlar os comportamentos que o estado deseja instalar e manter.

Para Skinner (1982) em uma situação de aprendizagem, é a partir de uma resposta apresentada pelo sujeito e pelos reforços estabelecidos por essa resposta, que se deve analisar as probabilidades dessa resposta ocorrer novamente e assim

controlar o comportamento. Portanto para ele, a aprendizagem ocorre quando existe a presença do reforço, principalmente a presença de um reforço positivo.

O fracasso do Processo Tecnicista está na questão central da abordagem, pois, nem o professor, nem o estudante, mas a técnica é o foco da educação. Nessa direção, reorganiza-se todo o processo para que ela seja objetiva e operacional. As escolas adquirem um caráter burocrático e exige-se do professor a operacionalização dos objetivos, sem questionamentos ou improvisações, com a condição de meros executores daquilo que já foi projetado, como instrumentos para medir e controlar o comportamento do aluno.

Para Skinner (1982, p. 158) a meta da educação é uma mudança de “mentalidades, atitudes, sentimentos, motivos, etc.,” contudo o espírito humano resiste a esse modelamento. Esse objetivo pode ser expresso em termos comportamentais: o professor modela contingências de reforço sob as quais os alunos aprendem atributos que podem ser utilizados posteriormente. Dessa forma o professor é um modelador de contingências.

O resultado de transpor para a escola a forma de funcionamento do sistema fabril foi o abandono as especificidades da educação, segundo Saviani (2013, p. 381):

Com base no pressuposto da neutralidade científica e inspirada nos princípios de racionalidade, eficiência e produtividade, a pedagogia tecnicista advoga a reordenação do processo educativo de maneira que o torne objetivo e operacional. De modo semelhante ao que ocorreu no trabalho fabril, pretende-se a objetivação do trabalho pedagógico.

Em inúmeras escolas a prática educativa, de orientação tecnicista, mesclou-se às condições tradicionais que eram preponderantes, somando-se a esse fato a influência da pedagogia nova, que ainda residia na mentalidade de muitos professores. O resultado criou um verdadeiro caos no campo educacional, gerando “descontinuidades, heterogeneidades e fragmentações”. Todos esses fatores somados geraram a impossibilidade de um trabalho pedagógico adequado, aumentando e agravando a marginalidade. Apesar do aumento de matrículas nas escolas, os “índices de evasão e repetência” só aumentavam (SAVIANI, 2012, p. 14).

A pedagogia tecnicista, apoiada pelas teorias comportamentais de Skinner (1982), buscou fortalecer a racionalidade das práticas pedagógicas, tendo como pilar os meios educacionais e o uso eficiente das tecnologias na educação como uma panaceia para curar todas as feridas e males da didática de seu momento histórico, aliada a um sentimento de ufanismo na crença de um projeto modernizador e futurista

do regime político vigente. Saviani (2011, p. 14) acredita que a escola existe para dar “acesso ao saber elaborado (ciência), bem como o próprio acesso aos rudimentos desse saber”. O problema está na forma mecânica dessa transmissão, uma das principais características do tecnicismo, desligada das razões que justificariam essa transmissão. Outro problema é o afastamento deliberado imposto ao professor da tomada de decisão para discernir entre os conhecimentos necessários e não necessários aos seus alunos, inflando os currículos com conteúdo pouco ou completamente insignificantes.

As competências cognitivas são indispensáveis “para a adaptação ao meio natural e material”, muito mais do que um conceito empregado pelas teorias behavioristas que aponta para comportamentos que o indivíduo deve ser capaz de reproduzir, e podem ser avaliados através de testes de QI⁴⁸. Contudo, algumas lições podem ser aprendidas com a pedagogia tecnicista e serem agregadas ao ensino híbrido, como por exemplo, uma utilização consciente das tecnologias, não como fim, mas meio de dar autonomia aos alunos e aproximá-los da escola e do professor (SAVIANI, 2013, p. 437).

3.2 O CONTEXTO DAS IDEIAS DE SAVIANI SOBRE EDUCAÇÃO E TECNOLOGIA

Para Saviani a Educação nasce junto com a nossa humanidade. Na ocasião em que o homem surgiu, também surgiu a educação, pois o homem precisa produzir constantemente a sua subsistência agindo sobre a natureza e transformando-a. Essa é a receita para seu sucesso ou sua ruína. O ato de transformar a natureza é o que ele definiu como trabalho, e o homem não pode viver sem trabalhar. O homem vive dos processos de produção dos meios de sua própria existência. Nesse momento, surge a necessidade de o homem formar-se a si mesmo, e depois passar essa informação às gerações posteriores. Este é o processo geratriz da educação. Para Saviani, é nesse momento da história que generalizou a frase, do final do século XIX, do Movimento da Escola Nova: “educação é vida”. No entanto, essa frase somente

⁴⁸ Teste que mede o “Quociente de Inteligência” e se refere a capacidade cognitiva de uma pessoa. Os primeiros testes começaram a ser realizados a partir de 1905 – Disponível em <https://www.ibccoaching.com.br/portal/artigos/o-que-e-q-i/> - Postado por José Roberto Marques em 11/12/2020, acesso em 03/03/2021.

seria verdadeira para o início da humanidade quando o “homem aprendia a viver, vivendo, aprendia a trabalhar, trabalhando, aprendia a lidar com a natureza, lidando com a natureza”, e tudo isso era feito de forma coletiva, “o chamado comunismo primitivo”. Saviani é enfático em afirmar que nesse período existia educação, mas não existia escola (SAVIANI, 2002a).

A escola só viria a ser criada com o advento da propriedade privada, com a subjugação dos mais fracos pelos mais fortes, quando uma pequena parcela da sociedade se apropria do meio de produção que é a terra. Essa parcela ganha a condição de poder viver sem a necessidade de precisar trabalhar, podendo viver da exploração do trabalho alheio:

Surge uma educação diferenciada, uma educação dedicada a uma pequena parcela da sociedade que vive no ócio, coincidindo com o aparecimento da escola, *scholé* do grego, que significa lugar do tempo livre, lugar para onde vão os filhos daqueles que não precisam trabalhar, ou seja, dos proprietários da terra. Esse processo se deu por todo o mundo antigo e também na Idade Média (SAVIANI, 2002a).

Portanto, nas escolas, os filhos dos proprietários de terras iam para desenvolver as aptidões físicas e, por esse motivo as escolas também eram conhecidas como ginásio, lugar onde se pratica os esportes. Nesse período, ocorre também o desenvolvimento das aptidões musicais e a arte da palavra, que, nesse contexto, se identificava com a arte do comandar (SAVIANI, 2002a).

Assim, Saviani aponta a escola como origem da divisão do trabalho manual e do trabalho culto, especializando-se como lugar da formação intelectual em oposição à formação manual que se dava no próprio local de trabalho e assumia uma posição secundária e restrita de formação. A Educação 4.0 está provocando um movimento muito semelhante a esse, quando privilegia a formação intelectual em detrimento da formação manual, que deve ser assumida pela automação dos trabalhos braçais e repetitivos, e que pode ser percebido “nos EUA, quando no início do século XIX, 90% da força de trabalho era constituída por pessoas advindas do trabalho no campo e nos dias atuais essas pessoas somam apenas 2% da população” (SCHWAB, 2016, p. 43). Apesar disso, o índice de desemprego nas cidades americanas já atinge 14,7%.

Com o advento da 1ª revolução industrial, a máquina é colocada no centro do processo produtivo, transferindo para ela os trabalhos que antes eram feitos de forma manual, com o deslocamento daquelas atividades pesadas e/ou as que exigiam

precisão antes realizadas pelos homens. O trabalho humano passou a se desenvolver em articulação com o trabalho executado pelas máquinas. Para Saviani (2002a):

É durante a 1ª revolução industrial e com a mudança dos eixos da sociedade, que vai acontecer também uma revolução no processo educativo onde a escola passa a ser o centro desse processo. É a partir dessa revolução que, e ainda hoje, ao se falar em educação associa-se à ideia de escola. Quando se fala em escola automaticamente se pensa em educação e vice-versa. Podemos compreender o conceito de escola sem associar a ela o conceito de educação, mas não podemos compreender a educação sem lançar mão do conceito de escola, porque é a partir desse conceito que a realidade educacional pode ser explicitada.

Todo esse contexto traz à tona a figura do professor, os educadores por excelência, e o habitat natural dessa atividade é a escola. Portanto, as condições de trabalho e os salários dos professores estão diretamente ligadas ao desenvolvimento ou não, a melhoria ou não, da educação em nossa época.

Enquanto a 1ª revolução industrial substituiu o trabalho braçal humano pelas máquinas, hoje, em sentido contrário, a nova revolução industrial, segundo Saviani (2002a), está forçando a substituição do trabalho intelectual humano pelo advento das máquinas inteligentes que absorvem as operações intelectuais especialmente aquelas complexas e repetitivas. “Se a 1ª revolução industrial libertou o homem do trabalho braçal e repetitivo, a atual revolução industrial tende a liberar o intelecto humano para os processos criativos ou ao controle dos grandes complexos automatizados” (SAVIANI, 2002a). Outrossim, que essa libertação “não tem propiciado a criação de novos postos de trabalho para acomodar esses trabalhadores nas novas *smart factories* que estão surgindo” (SCHWAB, 2016, p. 42). Uma evidência deste fato é o crescente índice de desemprego.

Ainda segundo Saviani, chegamos a um ponto onde a produção socialmente necessária em quase toda a sua totalidade pode ser desenvolvida pelas máquinas e o trabalho humano passa a ser tipicamente uma atividade intelectual sob o controle desses processos automáticos, controle esse que agora pode ser feito à distância, através da internet das coisas (IoT). Do ponto de vista dos trabalhadores em geral, a 1ª Revolução Industrial, ao introduzir as máquinas no processo de produção, gerou uma série de consequências negativas para os trabalhadores como a geração de desemprego e, para que aqueles que se mantinham empregados, há um aumento do ritmo do processo de trabalho.

Saviani (2002b) lembra que outra marca do desenvolvimento técnico atual é o processo de globalização das economias, e o nome de um organismo internacional

que se avulta nesse processo é o Banco Mundial, que, de certa forma, inundou os diferentes países, inclusive o Brasil, com o pensamento neoliberal provocando a privatização de grandes e lucrativas empresas estatais e a falta de investimentos em serviços públicos prioritários da economia como saúde e educação. Ocorre que, do ponto de vista de investimentos em educação, esse pensamento econômico afeta, de maneira diferente, de países centrais a países periféricos da economia. Enquanto nos países mais desenvolvidos a implantação de políticas neoliberais não provocou o desmantelamento dos sistemas educacionais, como foi o caso de França e Inglaterra, em contrapartida, países da América Latina, essas políticas tiveram consequências devastadoras para o campo da educação, pois têm como objetivo, dificultar a implantação de um sistema educacional, como é o caso do Brasil:

(...) um investimento em capital humano individual que habilita as pessoas para a competição pelos empregos disponíveis. O acesso a diferentes graus de escolaridade amplia as condições de empregabilidade do indivíduo, o que, entretanto, não lhe garante emprego, pelo simples fato de que, na forma atual do desenvolvimento capitalista, não há emprego para todos: a economia pode crescer convivendo com altas taxas de desemprego e com grandes contingentes populacionais excluídos do processo (SAVIANI, 2013, p. 430).

Ou de desmantelar o sistema educacional como é o caso de países como Argentina, Uruguai e Chile, e que, analisando o caso do Chile, Saviani (2002b) é enfático em dizer:

Essas políticas foram aplicadas da forma mais consequente em termos neoliberais na América Latina. A qualidade da educação vem sistematicamente caindo, e essa queda é observada não por analistas, nem pela oposição ao atual regime político, mas pelos próprios analistas do Banco Mundial. Os analistas avaliam que os custos com educação caíram mais que a queda na qualidade, portanto esse modelo é viável, em suas opiniões devem ser seguidos por todos os países em desenvolvimento. Essa é a lógica do Banco Mundial, que não é a qualidade da educação o mais importante e sim a queda dos custos.

Para Frigotto (2017), Saviani analisa as concepções idealistas, racionalistas e pragmáticas de educação, na formulação de sua pedagogia histórico-crítica, e as define como a-históricas, ou seja, que não são aprendidas nas relações capitalistas, marcadas pela ruptura e antagonismos de castas e classes sociais. As abordagens que conferem à educação um caráter de reprodução das relações sociais capitalistas de produção, Saviani denominará de crítico-reprodutivas. Críticas porque deixam transparecer as relações e práticas sociais de subordinação e dominação do capital, e fazem uso da educação para sua reprodução. Essa visão de duplicidade só foi

possível porque Saviani pautou-se na concepção materialista da história, base fundamental de seu trabalho.

Quando perguntado a Saviani sobre o impacto das novas tecnologias na relação do professor/aluno no processo de ensino-aprendizagem, ele é enfático em dizer: “(...) a geração a que pertença como sendo a do penso logo existo, e a geração atual, sob o signo da pós-modernidade, a do digito, logo existo” (FRIGOTTO, 2017, p. 512), destacando o que é necessário desvelar e não cair na armadilha das tecnologias. Para ele cabe ao professor o papel de familiarizar o aluno com os fundamentos científicos por trás da digitação, muito mais que ensinar-lhe os procedimentos de digitação. É preciso conscientizar os educadores que as tecnologias não são outra coisa senão recursos para facilitar e maximizar os efeitos do trabalho humano.

Para Saviani a função das novas tecnologias no processo pedagógico tem importância, contudo, a capacidade exponencial de gerar informação, imagens e dados através das TIC's não é sinônimo de conhecimento. As novas tecnologias não substituem o professor na sua função essencial de ajudar e conduzir os seus alunos a construir as bases científicas que lhes podem permitir entender não apenas como se efetivam, mas também como elas podem dominá-los na exploração da classe trabalhadora.

Em 500 anos de história no Brasil, a educação, determinou sua organização para atender as necessidades da economia. No período colonial, estava organizada para suprir as demandas de uma elite burguesa. Com o surgimento das primeiras indústrias, a educação se estruturou para criar as primeiras escolas técnicas e profissionalizantes, com uma ênfase voltada para suprir a demanda por mão de obra especializada. É razoável dizer que a educação tende a criar formas de atender as demandas da I4.0. Não é uma subordinação direta, mas uma adequação ao movimento socioeconômico e cultural. No entanto, é preciso estar atento para que essas adequações não priorizem as demandas econômicas, mas zelem pela formação integral do ser humano.

A I4.0 promete afetar todos os aspectos da vida humana. Um desses aspectos é a educação. Como as TIC's têm refletido na rotina da escola? O que é Educação 4.0? Qual é o conceito de Educação 4.0? por que esse conceito é tão alardeado pelas mídias quando se referem ao emprego de tecnologia nas escolas? Qual o papel do professor e do aluno quando inseridos nesse novo contexto? O que esperar de uma

Educação que tem como finalidade educar os cidadãos do futuro? Essas questões são as motivadoras para o próximo capítulo.

4. EDUCAÇÃO 4.0

4.1. CONCEITOS DA EDUCAÇÃO 4.0

Numa sociedade tecnificada, na qual 70% da população brasileira já está conectada a algum serviço público digital⁴⁹, torna-se urgente abordar a problemática envolvida nestas questões: “hábitos de alimentação, ritmos de vida, maneira de trabalhar, sistema de saúde, processos pedagógicos, etc.” (SILVA, 2013, p. 840). Segundo Kenski (2018, p. 141):

As mudanças incorporadas pela cultura digital à sociedade chegam lentamente à educação. Nesse caso, estamos considerando a educação formal, legalmente instituída, isso porque a educação informal – aberta e livre – tem, nos usuários conectados nos mais diferenciados dispositivos digitais, a sua principal tribo. [...] Ao facilitar o acesso à informação, as práticas pedagógicas e a pedagogia transformam-se.

Segundo Führ (2018, p. 5), a Educação 4.0 marca a “passagem de uma experiência de aprendizagem linear e verticalizada para uma cultura do aprender a aprender”, onde o protagonismo da aprendizagem fica a cargo de cada um, o que em grande medida pode ser bom para alguns, mas não surtir efeito para aqueles que foram acostumados a receber a formação direto de um professor.

Para Almeida⁵⁰ e Simoes⁵¹ (2019, p. 132), a Educação 4.0 é um paradigma emergente, em que o aprendizado é “adaptado e personalizado” ao perfil do aluno em tempo real, para isso são utilizadas as tecnologias de Inteligência Artificial, IoT, Realidade Aumentada e Realidade Virtual. Segundo os autores, para o contexto educacional, a educação 4.0, tem um potencial para oferecer treinamentos inovadores e envolventes, contudo, as “dificuldades de integração nos sistemas didáticos”, e as

⁴⁹ Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/tecnologia/noticia/2020/10/02/aceso-a-servicos-publicos-pela-internet-no-brasil-aumentou-durante-a-pandemia-aponta-estudo.ghtml> – postado por Thiago Lavado, repórter do G1 em 28/08/2019, acesso em 08/12/2020.

⁵⁰ Fernando Almeida é Engenheiro Informático, licenciado em Sistemas de Informação e Informática pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP) com um mestrado nas áreas de Empreendedorismo e Inovação. Atualmente trabalho na ISR Porto onde é responsável pelo projeto de desenvolvimento de transporte para o consórcio de empresas liderado pela Airbus. Disponível em <https://web.fe.up.pt/~ei98047/biography.htm> (página pessoal do autor). Acesso em 31/05/2021.

⁵¹ Jorge Manuel de Azevedo Pereira Simões, é Doutor em Engenharia Telemática pela Universidade de Vigo em 2015. Trabalha como professor adjunto no Instituto Superior Politécnico Gaya na cidade do Porto, Portugal. Disponível em <https://pt.linkedin.com/in/jmapsimoes>, acesso em 31/05/2021.

“limitações dos sistemas em responder a estímulos não predefinidos do ambiente externo”, são os principais motivos que travam a sua adoção nas escolas portuguesas.

O estudo de Almeida e Simoes (2019), foi realizado em 2015, na Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT) em colaboração com a Coordenação do Ensino Superior de Portugal (DGES). Com 181 projetos que utilizam técnicas e ferramentas da I4.0, como IoT, Realidade Aumentada, Realidade Virtual, *Big Data*, *cloud*, entre outras, na elaboração de jogos e práticas educacionais, 25 foram premiados pela DGES e FCT.

Outrossim, para Mourtzis *et al.* (2018, 2019), a Educação 4.0 é um conceito onde os “instrutores” fazem uso de tecnologia da I4.0 na formação de engenheiros e técnicos visando treinar o emprego dos princípios, técnicas e ferramentas da I4.0 no “chão de fábrica” através de uma colaboração entre a iniciativa privada e as escolas. Segundo os autores, esse conceito foi adotado pela primeira vez na área médica, quando hospitais estreitavam os laços de apoio e cooperação com as escolas de medicina, visando aproximar os alunos de um ambiente real.

Para Aristin *et al.* (2020, p. 172), Educação 4.0 é caracterizada pelo uso de tecnologia digital no processo ensino-aprendizagem continuamente “sem os limites de espaço-tempo”. Para os autores, o processo de aprendizagem atual deve ser adaptado à era da 4ª revolução industrial, para melhorar a qualidade da aprendizagem atual, aumentando o uso nesse processo, com “fontes de mídia, tais como livros, filmes, vídeos, televisores, slides, hipertextos e web”.

Segundo Bonfield *et al.* (2020), Educação 4.0 ainda é um termo nebuloso. No entanto, admite uma definição genérica e comum nos demais trabalhos acadêmicos que admite que a Educação 4.0 é a forma como as instituições de ensino estão alinhando seus currículos para preparar os futuros profissionais para as demandas da I4.0.

Bujang *et al.* (2020, p. 1–2) apresenta a Educação 4.0 como sendo “o impacto positivo” corresponde da 4ª Revolução Industrial no sistema educacional da Malásia. Segundo eles, esse impacto criou paradigma novo para a educação futura, garantindo “benefícios para a nova visão em habilidades de aprendizagem e tendências de conhecimento”. Contudo, também não passa de uma adaptação dos currículos dos cursos de graduação e técnicos para garantir que os princípios, técnicas e ferramentas da I4.0 possam fazer parte da formação de “graduados qualificados de alta qualidade”.

Segundo Himmetoglu, Ayduğ e Bayrak (2020), Educação 4.0 está ligada a processos de produção de inovação, onde a tecnologia muda continuamente com contribuições trazidas por professores e alunos. Segundo os autores, ensinar e aprender é um processo contínuo de produção de inovação, que reinterpreta os conceitos de aprendizagem, aluno, professor e escola de acordo com as necessidades da I4.0.

Peter Fisk⁵² propõem que Educação 4.0 é uma nova abordagem de aprendizagem onde o que é “mais importante, é saber por que se precisa de um conhecimento ou habilidade, para depois saber onde encontrá-lo”, “não se deve aprender tudo”. Esse novo conceito de educação é planejado para cada indivíduo, uma escolha pessoal, personalizada em função do que mais interessa ao indivíduo; e por fim, esse novo conceito é aprender interagindo uns com os outros, construindo o saber em torno de “aspirações compartilhadas”. Para Fisk, são nove “tendências gerais para o mundo da aprendizagem” advindas da Educação 4.0: “Diversos tempos e locais de aprendizagem; Aprendizagem personalizada; Livre escolha; Aprendizagem baseada em projetos; Experiência de campo; Interpretação de dados; Mudanças no exame; Propriedade dos alunos e Programas de mentoria” (FISK, 2017).

Com a utilização de recursos digitais é possível ter o acesso à aprendizagem em qualquer lugar, mas ainda está longe de ser uma realidade brasileira. Quando olhamos para o que acontece nas periferias⁵³, vemos famílias inteiras vivem em um único cômodo, em muitos casos em condições sub-humanas. Quando é possível e existe disponibilidade de acesso, podem ser utilizadas técnicas como, por exemplo, sala de aula invertida, ensino híbrido, rotação por estação entre outras, que propiciam que as teorias sejam estudadas em casa, enquanto nos laboratórios a teoria pode ser revisada e vivenciada através de interações “face a face”. Em relação aos currículos⁵⁴, cabe lembrar que ainda existe uma certa restrição quanto à liberdade que o professor tem em ajustar o que será ministrado aos alunos. Sua liberdade está mais ligada à

⁵² Peter Fisk, físico nuclear, consultor de negócios, palestrante e empreendedor. Trabalhou durante muitos anos em empresas como British Airways, Coca-Cola, Marks & Spencer, Microsoft, Virgin e Vodafone. Começou sua carreira como físico nuclear, foi executivo do Chartered Institute of Marketing, PA Consulting Group e Brand Finance. Atualmente é sócio do The Foundation. Disponível em: <https://www.peterfisk.com/peter-fisk/about-me/career/>, página pessoal do autor, não foi possível identificar a data da postagem, acesso em 21/06/2021.

⁵³ Disponível em <https://novaescola.org.br/conteudo/2938/periferias-sem-aulas-e-sem-direitos> - postado por Beatriz Vichessi e Bruna Nicolielo em 01/03/2014. Acesso em 31/05/2021.

⁵⁴ Disponível em <https://novaescola.org.br/conteudo/18802/o-que-o-novo-curriculo-tem-a-ver-com-a-nbcc>, postado por Dimíttria Coutinho em 27/01/2019. Acesso em 31/05/2021.

forma como o conteúdo pode ser realizado, com alguns ajustes para regionalizar algumas ementas.

Outrossim Mahdy *et al.*, definem Educação 4.0 como uma resposta as necessidades da I4.0, o que significaria “conectividade, internet, computadores, robôs, impressoras 3D, internet das coisas”⁵⁵. Segundo os autores, a Educação 4.0, deve ser capaz de transmitir o aprendizado desejado, em educação na saúde, que atenda às necessidades do povo malaio, bem como atenda o objetivo de alcançar “o bem maior da humanidade”⁵⁶ (MAHDY *et al.*, 2020, p. 1988, nossa tradução).

Para Porubčinová, Novotná e Fidlerová (2020) a Educação 4.0, por um lado, explora o desenvolvimento de tecnologias para facilitar o processo de aprendizagem de ensino superior nas escolas da Eslováquia, mas pelo outro lado, visa preparar novos métodos de educação para envolvimento e desenvolvimento nas fábricas, dos conceitos de “*Learning Factory*” e “*Teaching Factory*”. *Learning Factory* incentiva, no ambiente das escolas, a aprendizagem operacional, e o *Teaching Factory* adapta o projeto industrial ao contexto da prática acadêmica. O *Learning Factory* e o *Teaching Factory*, não são propostas recentes no Brasil, vêm sendo utilizadas desde a criação das escolas profissionalizantes. Todavia, nos últimos anos, essa iniciativa vem sofrendo com a falta de investimentos e com os efeitos da pandemia na economia⁵⁷.

Para Silva, Sobrinho e Valentim (2020, p. 141), a Educação 4.0 será capaz de “transformar jovens em sujeitos criativos e participativos e, conseqüentemente, profissionais mais aptos para trabalhar em uma indústria transformadora”. Parece que a simples adoção da Educação 4.0, levará ao apogeu das transformações almeçadas pela indústria, mas a realidade não é bem essa, já existem evidências da uberização nos processos de trabalho e a quantidade de jovens contratados pelas indústrias nunca foi tão pequeno.

Segundo os autores, são necessárias 7 condições para compor uma sala de aula para a Educação 4.0: “Personalização”, “Gamificação”; “Sistema Gerenciador de Aprendizagem”; “Adaptabilidade”; “Programas de Suporte”; “Sistema de Perguntas e Respostas Inteligentes” e “E-Avaliação”. Mas os próprios autores reconhecem as dificuldades e barreiras para essas condições serem atendidas nas escolas brasileiras, por que na maioria delas segue o “currículo tradicional de ensino e as datas

⁵⁵ Original – “connectivity, internet, computers, robots, 3D printers, internet of things”

⁵⁶ Original – “the greater good of mankind”.

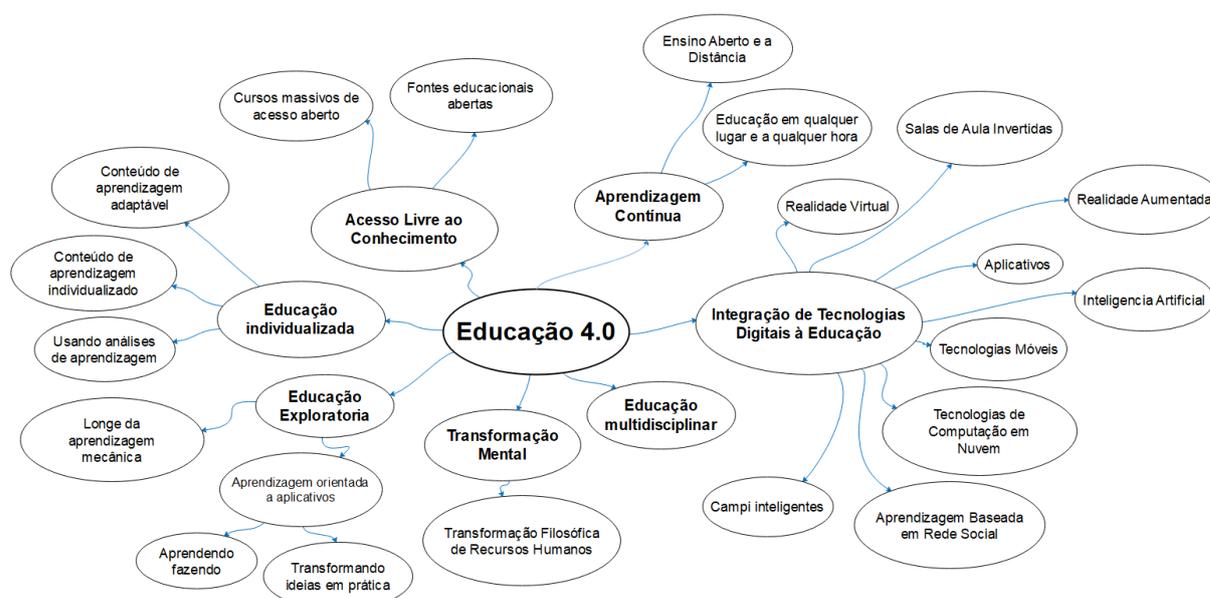
⁵⁷ Disponível em <https://vocesa.abril.com.br/especiais/crise-atrapalha-estagiarios-na-corrida-por-emprego/>, postado por Juliana Américo (Texto), Augusto Zambonato (Ilustração), Laís Zanocco (Design) e Alexandre Versignassi (Edição). Acesso em 31/05/2021.

estipuladas em seus calendários acadêmicos” (SILVA; SOBRINHO; VALENTIM, 2020, p. 147).

Himmetoglu, Aydug e Bayrak (2020, p. 16), apontam para o advento da I4.0 e o surgimento de E4.0, que tem como principais características (figura 4): “Acesso Livre ao Conhecimento, Aprendizagem contínua, Integração de Tecnologias Digitais à Educação, Educação Multidisciplinar, Transformação Mental, Educação Exploratória e Educação Individualizada”.

No âmbito do acesso livre ao conhecimento, onde os professores e estudantes, têm disponíveis cursos *online* abertos com participação gratuita, Himmetoglu, Aydug e Bayrak (2020, p. 17) enfatizam a “aprendizagem contínua ou ao longo da vida”, um dos atributos mais enfatizados no contexto da E4.0, muito mais que outros temas, pois está associado ao “aprender a aprender, à sustentabilidade e ao desenvolvimento contínuos”.

Figura 4 - Características da Educação 4.0



Fonte: Adaptado pelo autor de (HIMMETOGLU; AYDUG; BAYRAK, 2020, p. 17)

No âmbito da integração de tecnologias digitais à Educação, podem ser associadas à utilização de inovações tecnológicas, *campi* inteligentes, Realidade Aumentada, *clouds* e realidade virtual. No que se refere à transformação mental, Himmetoglu, Aydug e Bayrak (2020) enfatizam a necessidade de uma transformação filosófica dos recursos humanos. No contexto da educação exploratória, está longe de uma aprendizagem mecânica com atividades experimentais, mas aberta aos interesses de conhecimento e crescimento cultural do aluno. Finalmente a educação

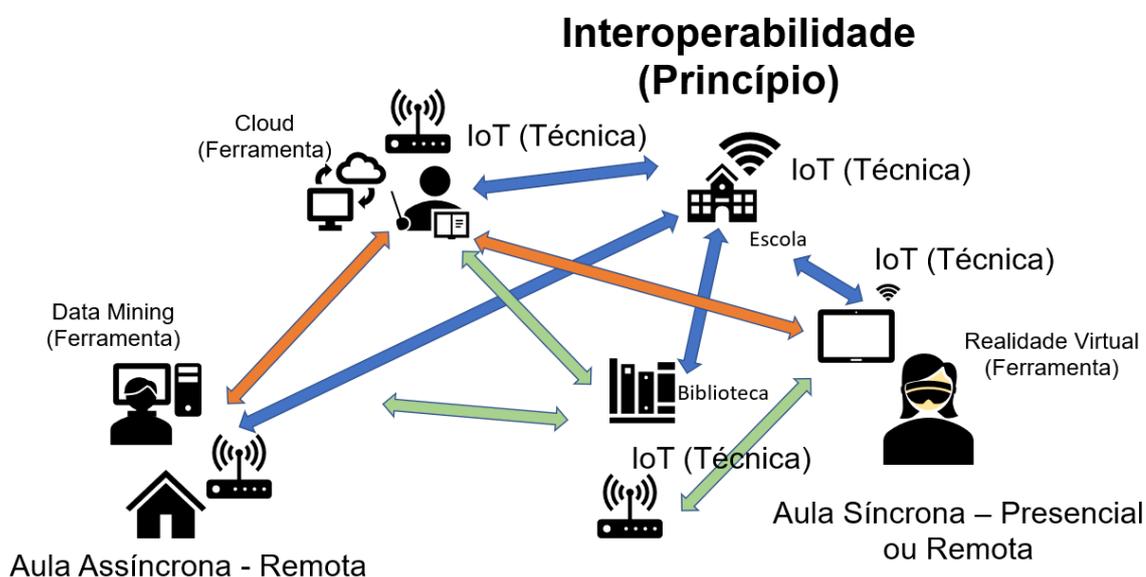
individualizada, com a criação de espaços e ambientes de aprendizagem adaptados às necessidades do estudante.

O mesmo princípio de interoperacionalidade que é aplicado em indústrias (figura 3) pode ser aplicado a escolas (figura 7), através de suas técnicas e ferramentas, interligando os processos de monitoramento de frequência e notas, bem como o inventário do acervo da biblioteca e o acesso remoto às bases de dados e referências em um único sistema interligado pela internet das coisas.

O professor pode apoiar os alunos remotamente ou presencialmente de forma individualizada, por uma nuvem que coleta informações baseadas em algoritmos sobre o andamento das atividades propostas aos alunos, síncrona ou assíncrona, através de ferramentas como a Realidade Virtual ou *Data Mining*.

Cabe lembrar que, para essa implementação ser realizada é necessária a utilização de recursos que as escolas no Brasil não possuem, portanto, essa ideia é utópica para a realidade atual da grande maioria das escolas privadas ou públicas no Brasil.

Figura 7 - Fluxo de uma Escola Inteligente



Fonte: O autor (2021)

4.2 O PROFESSOR NA EDUCAÇÃO 4.0

O relatório do Fórum Econômico Mundial ressalta as 10 competências mais valiosas para 2022 (Quadro 1), destacando o “pensamento crítico”, “a aprendizagem ativa” e “liderança”. Essas competências, devem provocar, segundo o relatório, uma mudança nas competências do educador. Agora ele deve ser alguém que sabe fazer diagnósticos cognitivos, sabe ser um curador de conteúdos e deve ser um líder de equipe (SCHWAB, 2018, p. 12).

Quadro 1: Comparando a demanda por competências segundo o Fórum Econômico Mundial, 2018 vs. 2022

Hoje, 2018	Tendências, 2022	Declínio, 2022
<ul style="list-style-type: none"> -Pensamento analítico e inovação -Resolução de problemas complexos -Pensamento crítico e análise -Aprendizagem ativa e estratégias de aprendizagem -Criatividade, originalidade e iniciativa -Atenção aos detalhes, confiabilidade -Inteligência emocional -Raciocínio, resolução de problemas e ideação -Liderança e influência social -Coordenação e gerenciamento de tempo 	<ul style="list-style-type: none"> -Pensamento analítico e inovação -Aprendizagem ativa e estratégias de aprendizagem -Criatividade, originalidade e iniciativa -Design e programação de tecnologia -Pensamento crítico e análise -Resolução de problemas complexos -Liderança e influência social -Inteligência emocional -Raciocínio, resolução de problemas e ideação -Análise e avaliação de sistemas 	<ul style="list-style-type: none"> -Destreza manual, resistência e precisão -Habilidades de memória, verbais, auditivas e espaciais -Gestão de recursos financeiros e materiais -Instalação e manutenção de tecnologia -Leitura, escrita, matemática e escuta ativa -Gestão de pessoal -Controle de qualidade e conscientização de segurança -Coordenação e gerenciamento de tempo -Habilidades visuais, auditivas e de fala -Uso, monitoramento e controle de tecnologia

Fonte: (SCHWAB, 2018, p. 12)

Veras e Rasquilha (2019, p. 93) defendem que a “carreira do educador é a profissão de todos os futuros”, o que significa dizer que nos próximos anos, o “ofício de educador” deverá ser reinventado. Contudo, o que estamos presenciando, é a Uberização, uma tendência do trabalho atual, na qual o trabalhador deve arcar com todas as responsabilidades que leva ao mercado de trabalho, da mercadoria à prestação de serviço que irá oferecer. Essa é a nova tendência da terceirização, o repasse dos ônus das empresas que terceirizam para uma legião de trabalhadores

autônomos, na sua grande maioria desempregados, “retirando suas garantias mínimas e ao mesmo tempo consolidando a sua subordinação” (SILVA, 2019, p. 230).

Processos de uberização do trabalho docente estão em andamento em muitos Estados da União através da figura do professor eventual, recurso que é utilizado por políticas públicas para burlar o que determina a Constituição Federal (BRASIL, 1988). Conforme Silva (2019, p. 230), “a contratação de professores deve ser feita por meio de concurso público ou processo seletivo simplificado para atender à necessidade temporária de excepcional interesse público” (SILVA, 2019, p. 230). Portanto, é plausível imaginar que um futuro diferente do que preconizam Veras e Rasquilha (2019) possa ser realidade.

Segundo Führt, o professor da “sociedade da informação”, diante do “paradigma na era digital”, deve utilizar estratégias que construam o conhecimento de forma individual e coletiva para conduzir o aluno no processo de ensino e aprendizagem, tendo acesso as “informações disponíveis no universo da sociedade do conhecimento”, seja de forma presencial ou virtual. Nos encontros presenciais, a sala de aula transforma-se em um “*locus* privilegiado”, onde o conhecimento é trabalhado, refinado e modificado. No contexto da Educação 4.0 o professor é um “incentivador da inteligência coletiva de seu grupo de alunos”, ao invés de ser o provedor do conhecimento (FÜHR, 2018, p. 83).

Cabe ressaltar que as características preconizadas por Führt (2018), demandarão tempo e dedicação do professor, principalmente no início do processo de ensino e de aprendizagem, contudo, a realidade das escolas não favorece essa prática, pois o que se vê é a falta de recursos de infraestrutura e humana com classes, na maioria, superlotadas.

Segundo Almeida e Simoes (2019, p. 122), na Educação 4.0 o professor pode ser empoderado, pois não fica limitado pelo “conteúdo programático”, mas vai além. Usufruindo das informações de seus alunos através dos *big data* e Inteligência Artificial pode sugerir conteúdos suplementares para aqueles mais adiantados e propor reforços para aqueles mais atrasados na assimilação do conteúdo. O principal papel do professor é promover o equilíbrio para que o melhor resultado seja alcançado. Outro desafio apontado pelos autores, considerando que o professor poder agregar na sua prática pedagógica vários recursos disponibilizados pelas tecnologias digitais para explicar um conceito, são as condições boas e adequadas no ambiente para captação de áudio e vídeo.

Outrossim Bonfield *et al.* (2020) em sua pesquisa analisaram a aprendizagem informal, contrastando com uma aprendizagem formal. A exigência da presença do professor ou um curador de conteúdo, já “explorado” nos cursos com ensino à distância, ainda não apresentou resultados que endossem o fato do professor perder seu *status* de “especialista onipresente”, bem como não ficou claro nos resultados da pesquisa, como será a “sala de aula do futuro”. Ainda que se trate de uma revisão crítica da literatura atual sobre educação 4.0, os autores da pesquisa não conseguiram identificar as tendências e desafios que podem surgir na educação de ensino superior nas escolas do Reino Unido.

Segundo os autores, há uma mudança de paradigma em curso, uma nova “epistemologia emergente”, que perfilha a *internet* como fonte de conhecimento e admite que alunos podem ocupar o papel de “produtores e compartilhadores” de conteúdo. Sendo assim, a partir dessas reflexões, admitem que o professor não é mais a autoridade máxima e proprietário do conhecimento (BONFIELD *et al.*, 2020, p. 242, nossa tradução)⁵⁸.

Bujang *et al.* (2020) avaliam o impacto da Educação 4.0 na forma como os professores da área técnica das escolas da Malásia se relacionam com as Tecnologias de Comunicação (TIC). Os autores buscam nos resultados de suas pesquisas informações sobre plataformas e ferramentas digitais que possam atender e engajar os interesses dos alunos. Com o avanço das TIC's a aprendizagem digital pode ser melhor explorada pelos professores para criar recursos inovadores e fornecer aos alunos conhecimentos sistemáticos e materiais de ensino mais aprimorados.

O uso de plataformas e ferramentas de aprendizagem digital adequadas como meio para atrair os alunos e propiciar que aprendam em seu próprio ritmo pode permitir que os professores do nível técnico ensinem melhor e desenvolvam proficiências digitais para disseminação do conhecimento (BUJANG *et al.*, 2020).

O estudo de Himmetoglu, Ayduğ e Bayrak (2020), definiram as características esperadas para o professor (figura 5). Habilidades Tecnológicas, características pessoais, habilidades de orientação e habilidades de aprendizagem ao longo da vida. As habilidades de aprendizagem ao longo da vida são consideradas como vitais por

⁵⁸ Is a paradigm shift and new epistemology emerging, which acknowledges the web as a source of curriculum knowledge, and recognises that learners can occupy the role as content producers and sharers, and that the authority and ownership of knowledge is being transferred from teachers to students? (original)

abordarem as habilidades de aprendizagem inovadoras sustentando, assim, o seu desenvolvimento profissional contínuo. Para Himmetoglu, Aydug e Bayrak (2020, p. 21, nossa tradução)⁵⁹, as habilidades cruciais são as de orientação:

Se o professor for um mentor, não haverá problema. O professor deve orientar os alunos tecnologicamente e pedagogicamente. Os professores não devem dizer aos alunos onde eles podem encontrar informações. Por exemplo, os alunos não sabem usar um aplicativo. Nesta situação, o professor deve ter competência tecnológica sobre o assunto.

Conclui também que, assim como ocorreu nas outras revoluções industriais, essa tendência educacional deve atender as demandas da I4.0 por mão de obra qualificada. O estudo aponta que a E4.0 é algo que não existe atualmente, torna-se difícil sua definição e conceituação, cuja mesma tendência ocorre com a I4.0.

Himmetoglu, Aydug e Bayrak (2020) concluem ainda que é praticamente impossível colocar a E4.0 em prática antes de uma definição operacional e pesquisas empíricas para avaliar a causa e efeito de sua implementação, devido o papel que o ser humano desempenhará nessa nova revolução. Portanto, para ser relevante a E4.0 e criar o futuro desejado, a aprendizagem deve extrapolar os limites das paredes da escola tradicional. A educação deve ser acessível a qualquer pessoa, a qualquer hora e em qualquer lugar.

Embora as qualificações do professor sejam semelhantes as esperadas para o estudante, as habilidades de orientação são específicas do professor, segundo Himmetoglu, Aydug e Bayrak (2020), que apontam que o papel do professor mentor deve subjugar a figura do professor autoritário clássico na Pedagogia tradicional, pois a quantidade de informações que os alunos devem acessar é abundante, e não há lugar mais para professores especialistas.

Cabe agora as habilidades de guiar e orientar os alunos para que acessem e se beneficiem dessas novas informações e, assim, poderem se concentrar nas suas habilidades e objetivos na vida (HIMMETOGLU; AYDUG; BAYRAK, 2020). Desta forma, o professor pode se concentrar em oferecer oportunidade individualizada de crescimento para seus alunos.

⁵⁹ Original: "If the teacher is a mentor, there will be no problem. Teacher should guide students both technologically and pedagogically. Teachers should not say students where they can find information from. For example, students do not know how to use an application. In this situation teacher should have technological competence about it."

O estudo de E4.0 conduzido por Himmetoglu, Aydug e Bayrak (2020), conclui que existe um consenso nas literaturas consultadas quanto à condição da E4.0 ser um reflexo da I4.0 na educação.

Figura 5 - Características do Professor para o contexto da E4.0



Fonte: Adaptado pelo autor de (HIMMETOGLU; AYDUG; BAYRAK, 2020, p. 20)

Para Himmetoglu, Aydug e Bayrak (2020) é imprescindível para o Professor a aprendizagem ao longo da vida para, no século 21, estar aberto à aprendizagem, uma vez que saber aprender a aprender, é estar aberto à natureza mutante e dinâmica do conhecimento.

Segundo Himmetoglu, Aydug e Bayrak (2020), as mudanças, em grande ou pequena escala, ocorridas durante as Revoluções Industriais, levaram a mudanças que afetaram a quase todos os aspectos da vida humana. Essas mudanças desencadearam novas demandas da economia por competências da força de trabalho, conseqüentemente, a convivência social teve que evoluir para acompanhar essas mudanças. Nesse sentido, com as mudanças no processo de produção e na vida social, a educação tende a se adaptar. Outrossim, Adorno e Horkheimer (1985,

p. 189) advertem: “Não seria este um preço excessivamente alto a pagar pelo progresso?”

Para Peter Fisk, se “não se deve aprender tudo” certamente cabe ao professor o papel de “mentoria”. Nos próximos 20 anos os alunos irão desenvolver tamanho grau de autonomia que para que eles alcancem o sucesso, os professores serão o ponto central nessa “selva da informação” pela qual os alunos estão “abrindo caminho”, e sem a participação deles (professores), o sucesso parece ser incerto (FISK, 2017).

Na pesquisa de Mahdy *et al.* (2020), o conceito de heutagogia (aprendizagem autodirigida) é a base da educação em medicina, onde há anos essa prática é realizada, sendo possível ser desenvolvida pelo aluno sozinho ou, como é mais frequente, ser executada em pequenos grupos. Com o uso generalizado de TIC's e dispositivos na aprendizagem, pode-se utilizar o conceito de heutagogia de uma forma mais plena na aprendizagem por simulação. Com a variedade de simuladores à disposição dos alunos, é possível permitir que eles se tornem praticamente independentes para realizar as práticas e simulações.

Os simuladores de tarefas parciais em Realidade Aumentada ou pacientes eletrônicos em Realidade Virtual propiciam ao “aluno poder aprender repetidamente até que ganhe competência sem penalidades ou repercussões negativas, sem ameaça à segurança do paciente” (MAHDY *et al.*, 2020, p. 1990, nossa tradução)⁶⁰, para tanto os professores não precisam mais estar fisicamente presentes, podendo interagir de forma síncrona ou assíncrona, observando, facilitando e questionando quando for o caso.

O professor está envolvido com a aprendizagem operacional dos conceitos da Indústria 4.0 nas escolas, para ser aplicado posteriormente nas indústrias da Eslováquia, segundo Porubčinová, Novotná e Fidlerová (2020). Contudo, a pesquisa revelou que ainda existem professores que se mostram céticos ao emprego da terminologia Educação 4.0, como demonstrado por um dos voluntários que participaram da pesquisa:

"O termo Indústria 4.0" é percebido como uma palavra da moda sem muito aprofundamento de conteúdo. Infelizmente, geralmente é esse o caso. Ainda não encontrei a definição exata. Educação 4.0 é um conceito novo para mim - quais são os elementos / meios? (talvez sejam usados, mas não sabemos

⁶⁰ Original - “The learner may learn repetitively to gain competency with neither penalty nor negative repercussions, with no threat to patient safety in the case”.

se fazem parte da Educação 4.0)" (PORUBČINOVÁ; NOVOTNÁ; FIDLEROVÁ, 2020, p. 169, nossa tradução)⁶¹.

Preparar o professor para que possa entender o momento presente e criar as condições para que os alunos sejam engajados, através do uso das TIC's ou dos ambientes escolares, é urgente e necessário. No entanto, é preciso que haja investimentos em infraestrutura e formação permanente. Uma formação que deve acontecer ao longo da vida, segundo Paulo Freire, "não apenas saber que vivia, mas saber que sabia e, assim, saber que podia saber mais" (FREIRE, 1993, p. 20).

4.2.1 – Andragogia

Como na Educação 4.0 os processos de ensino e aprendizagem partem da autonomia e do "aprender fazendo", a trilha de aprendizado dentro deste conceito pode ser experimentada tanto pelo professor quanto pelos alunos. Esse processo de aprendizagem, segundo Carvalho *et al* (2010, p. 84–85), tem por objetivo orientar o educando a aprender para ganhar compreensão, assimilando conhecimentos aplicados e não somente teorias.

Dessa forma, a andragogia é mais uma forma sequencial de aprender que propriamente uma teoria. Oferece diretrizes de aprendizagem para aqueles que possuem tendências a autoinstrução:

1.É necessário um ambiente de aprendizagem eficaz. Os estudantes devem se sentir calmos do ponto de vista psíquico. Eles devem se sentir seguros para se exprimir sem se expor ao julgamento ácido ou ao ridículo. 2.Os estudantes devem participar da elaboração do programa de estudos que deve ser efetivo para o conteúdo e para o processo de aprendizagem. 3.Devem ser estimulados a participar na determinação de suas necessidades educativas o que favorece a automotivação, autoavaliação e a reflexão. 4.Os estudantes devem fixar suas necessidades de aprendizagem, ou seja, a responsabilidade principal por seu aprendizado é deles próprios. 5.Deve-se incitá-los a identificar os recursos necessários para que atinjam os objetivos de aprendizado. Esse princípio estabelece a ligação entre as necessidades, os recursos e os objetivos finais da aprendizagem. 6.Auxiliar os estudantes a colocar em prática seus projetos de aprendizagem. Um dos elementos-chave da motivação é a expectativa de alcançar um bom resultado. Quando muito

⁶¹ Original - "The term Industry 4.0" is perceived as a buzzword with not too Much deep content. Unfortunately, this is often the case. I have not found the exact definition, yet. Education 4.0 is a new concept for me - what are the elements/means? (maybe they are used, but we don't know they are part of Education 4.0)".

cobrado, ele perde a motivação para estudar, aparecendo o mal resultado. 7.É necessário que os estudantes estejam implicados em seus próprios processos de avaliação. Essa é uma ferramenta fundamental ao processo de aprendizado autodirigido e que necessita de reflexão. (CARVALHO *et al.*, 2010, p. 84–85)

A forma como o estudante encara o processo de aprendizagem modifica seu comportamento, que também é influenciado pelos fatores externos ao ambiente de aprendizagem. Esses fatores da vida real são mais exacerbados quando o aprendiz é adulto. Quando o professor entende esses fatores e consegue contextualizá-los, esses mesmos fatores, pode ser motivado o aluno a solucionar problemas. Aprender é muito mais que reter conhecimento, por isso o modelo andragógico é baseado nos seguintes pressupostos:

- 1.A Necessidade de Saber: Os adultos investem energia investigando o que ganharão em aprender algo, assim, necessitam saber PORQUÊ aprender.
- 2.Autoconceito do Aprendiz: Os adultos respondem ao autoconceito de serem responsáveis pela própria vida e pelo que acontece com ela, inclusive pelo que aprende.
- 3.O Papel das Experiências dos Aprendizes: Os adultos acumulam mais experiências e de diferentes tipos, do que na juventude.
- 4.Prontos para Aprender: Adultos estão prontos para aprender o que vai fazer diferença em sua vida cotidiana, em situações reais.
- 5.Motivação: As pressões internas, como desejo de satisfação no trabalho e autoestima são motivadores mais potentes para os adultos do que as externas, como melhor emprego, salário etc.

Para concluir, Carvalho *et al* (2010) afirmam que nos adultos a aprendizagem é orientada para a solução de problemas e tarefas, que são confrontadas em sua vida diária, tornando os métodos de ensino baseados em conteúdo desaconselhável, pois o adulto está disposto a iniciar uma trilha formativa desde que compreenda a finalidade dessa trilha. Segundo os autores, os adultos até são sensíveis à atribuição de notas nos trabalhos desenvolvidos, contudo sua motivação maior vem da satisfação de realizar a aprendizagem, da autoestima de conhecer e dominar um novo conhecimento, que tem sentido prático em sua vida, entre outros tantos fatores.

Nesse novo contexto de Educação 4.0, baseados nos fundamentos da andragogia, um novo conteúdo deve ser nunca imposto pelo professor tendo como referência o conhecimento que possui dos alunos com os quais está trilhando a jornada pelo conhecimento. Deve ficar claro para o educando que ele é parte integrante do todo, como cidadão dentro da sociedade na qual está inserido e é corresponsável pelo sucesso alcançado tanto por ele quanto pelos seus colegas (CARVALHO *et al.*, 2010).

4.3 O ESTUDANTE NA EDUCAÇÃO 4.0

Führ atribui ao estudante o papel de preparar-se para viver em uma sociedade cercada de dúvida e complexidade, capacitando-se para um pensamento independente, fundamentado e contextualizado. Com a utilização de TIC's, a autora defende que a Educação 4.0 pode preparar o indivíduo, na organização de ideias e hábitos para que no futuro tenha potencial de viver em um mundo “acessível, complexo, global, flexível e mutável”. (FÜHR: 2018, p. 81)

A necessidade de substituir a edificação das certezas e dos saberes pré-fixados dos conteúdos das ementas por uma “pedagogia da pergunta”⁶² se faz urgente. Uma pedagogia que proporcione aos jovens o desejo de estarem abertos ao novo e ao imprevisto, uma pedagogia que não se limita a repassar informações.

Para Almeida e Simoes (2019, p. 121), a Educação 4.0, provocará uma mudança na forma como os estudantes serão “treinados e qualificados no campo do conhecimento”, na forma como eles aplicam criativamente o conhecimento na “solução de problemas concretos”, na construção de um “espírito de liderança”, na polivalência e adaptabilidade às “mudanças tecnológicas. Os autores defendem que a adoção dessa nova metodologia adaptativa deve “impactar positivamente” no processo educacional, possibilitando alunos mais persistentes e engajados.

No contexto da Educação 4.0, segundo Bonfield *et al.* (2020), à medida que as tecnologias evoluem as escolas tornam-se “mais inteligentes”. Os autores observam que as pedagogias estabelecidas precisam evoluir, embora as tecnologias, como a Inteligência Artificial, Realidade Aumentada, Realidade Virtual, e muitas outras ferramentas digitais possam auxiliar, os autores não descartam a ideia da necessidade de dar um passo atrás, “afinal, apenas porque algo pode ser viável tecnicamente, não significa necessariamente que deva ser feito” ou que “seus efeitos serão extremamente positivos”. Segundo os autores, o estudante deve estar “no centro de qualquer intervenção pedagógica” (BONFIELD *et al.*, 2020, p. 243).

O estudo de Bujang *et al.* avalia o impacto das TIC's nos estudantes da Malásia. A Educação 4.0 encontra entre suas características a “autoaprendizagem, o pensamento crítico, capacidades digitais e capacidade de resolução de problemas” e conclui que esse processo educativo deve estimular o “indivíduo a aprender ao longo

⁶² Proposta por Paulo Freire e Antonio Faundez na obra “Por uma Pedagogia da Pergunta”.

da vida”. É uma educação “autodirigida” e “flexível”, “independente do tempo e lugar”, fazendo uso do ensino “combinado” (híbrido), o acesso ao processo de aprendizagem torna-se mais agradável, acessível, rápido e democrático, determinando, quais e como os conteúdos podem ser apreendidos, “com base em suas necessidades e realizações” (BUJANG *et al.*, 2020, p. 2–3, nossa tradução)⁶³.

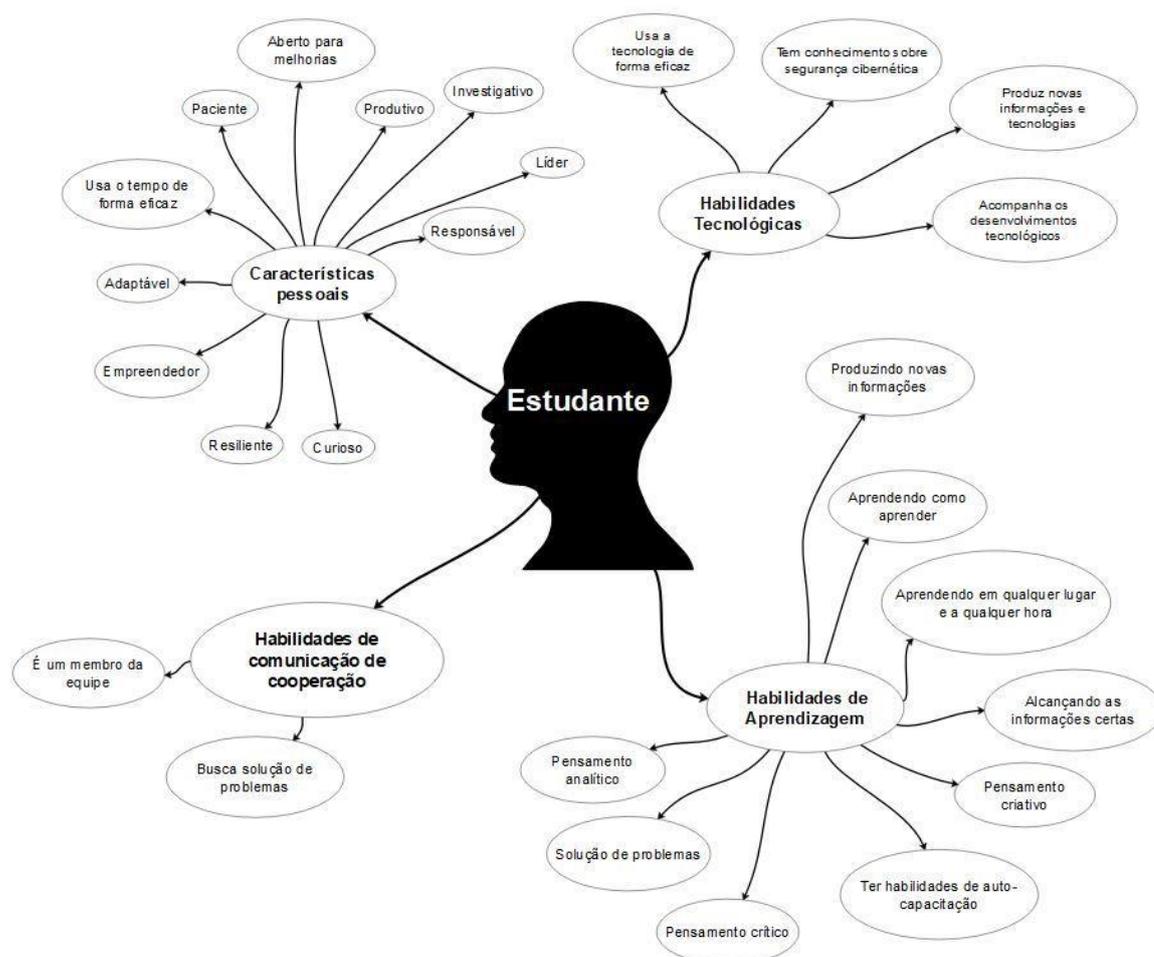
Para um modelo de E4.0, Himmetoglu, Aydug e Bayrak (2020), antevem as características do estudante para esse novo contexto (figura 6): Habilidades Tecnológicas, Habilidades de aprendizagem, Habilidades de comunicação e cooperação e Características Pessoais.

No âmbito das competências tecnológicas, incluem: I – Habilidades tecnológicas como ter conhecimentos sobre segurança cibernética, produzir novas informações e tecnologias, utilizar a tecnologia de forma eficaz e acompanhar os desenvolvimentos tecnológicos.

No âmbito das competências humanas incluem: II - As habilidades de comunicação e colaboração que incluem ser um membro da equipe e se comunicar bem; III - As habilidades de aprendizagem que incluem as proficiências que exigem que o aluno estude, adquira conhecimentos e use competências cognitivas, isso inclui pensamento analítico, resolução de problemas, pensamento crítico, pensamento criativo, distinção entre informações certas e erradas, ter desenvoltura para autoestudo, aprender a aprender, gerar novos conhecimentos e aprender em qualquer lugar e a qualquer hora; IV - As características pessoais que incluem: ser pesquisador, empreendedor, aberto ao desenvolvimento, curioso, produtivo, adaptável, responsável, resiliente e líder.

⁶³ Original: *This 4.0 education has characteristics that shape students for self-learning, critical thinking, digital capabilities, and problem-solving ability. According to education 4.0 is a new learning system that enables students to develop lifelong learning and skills. It provides the notion of teaching and learning innovation and uses ICT in its processes. Moreover, Hussin [2] also stated it enables self-directed and more flexible learning regardless of time and place through accessible ICT platforms and tools everywhere.*

Figura 6 - Característica do Estudante para o contexto da E4.0



Fonte: Adaptado pelo autor de (HIMMETOGLU; AYDUG; BAYRAK, 2020, p. 18)

O estudo de Himmetoglu, Aydug e Bayrak (2020) define as características do estudante no contexto da E4.0, defendendo ser esta a forma mais segura para elevar o nível dos recursos humanos da I4.0. Ao buscar estabelecer as características dos estudantes, consequentemente estabelecem o *status* do nível dos recursos humanos da I4.0.

Mas, enfatizar que os estudantes no contexto da E4.0 necessitam ter habilidades tecnológicas é uma discussão que, em si só, já nasce frustrada, pois essa geração de estudantes é conhecida por geração Z, e uma de suas características intrínsecas é o domínio das novas tecnologias. Então, segundo o estudo, o que está faltando para essa geração é a fomentação de ambientes que privilegiem a colaboração.

É imprescindível o desenvolvimento de habilidades cognitivas, como o pensamento não linear, habilidades sociais, a adaptação a ambientes de aprendizagem interculturais, facilidade de produção de conhecimentos e a

aprendizagem ao longo da vida, pois só assim os estudantes no contexto da E4.0 estarão preparados para o núcleo principal da I4.0, que é a mudança.

Contudo, Saviani propõe que deve existir harmonização entre uma pedagogia que estimule o protagonismo do aluno, sem perder de vista a “iniciativa” do professor, o “diálogo dos alunos entre si e com o professor” e, também, com a “cultura acumulada historicamente”. Levando-se em “conta os interesses dos alunos, os ritmos de aprendizagem e o desenvolvimento psicológico, mas sem perder de vista a sistematização lógica dos conhecimentos, sua ordenação e gradação” (SAVIANI, 2012, pp. 69–70).

Para Peter Fisk, a construção da educação é realizada em torno de cada estudante, de suas escolhas pessoais e de “onde e como apreender” através da “personalização baseada em dados”. Segundo Fisk, será imprescindível que o estudante aprenda junto e com seus pares, formando uma comunidade de “aprendizagem e aspirações compartilhadas”. Para ele, os estudantes estarão mais envolvidos na “formação de seus currículos”, mas essa discussão crítica, de programas de estudo abrangentes, duração dos cursos e conteúdo, só faz sentido se o estudante contribuir para esse processo (FISK, 2017).

Na pesquisa de Mahdy et al. (2020), cada estudante de medicina na Malásia, tem o seu tempo necessário para adquirir as habilidades inerentes à sua especialidade, além do mais, cada estudante se acomoda melhor para aprender por métodos distintos. A condição de existirem várias modalidades de simulação fornece uma variedade de ferramentas para que os estudantes optem por aquelas que melhor lhes convenham. Além disso, segundo Mahdy *et al.* (2020), as ferramentas escolhidas podem ser personalizadas pelos desenvolvedores para aprimorar a experiência de aprendizagem, além de possibilitar uma interação do professor para correções e avaliações nos procedimentos do estudante.

Na educação 4.0, o aluno passa a ser protagonista dos processos educacionais e, portanto, tem que ser ouvido e principalmente compreendido pelo professor. Ao ser estimulado, aprende a argumentar e desenvolver um pensamento crítico da sua realidade. Esse fator tem um impacto crucial na melhoria das decisões que o aluno toma, tanto dentro como fora da sala de aula ou nas suas interações on-line. Contudo, Saviani lembra que é importante, do ponto de vista quantitativo, que os alunos detenham um conhecimento de ementas e conteúdos ligados à cobrança que a sociedade faz desses conhecimentos, tipo, provas, vestibulares ou entrevistas de

emprego, no caso da formação profissionalizante. É relevante que o aluno, ainda dentro da escola, seja encorajado a pensar de maneira crítica sendo conduzido a formação de sua própria opinião (SAVIANI, 2012).

4.4 EDUCAÇÃO 4.0 OU EDUCAÇÃO PARA O FUTURO?

Pensar em educar para o futuro é um grande desafio, principalmente porque há uma crise instaurada na sociedade, uma crise de valores, uma substituição do convívio humano em detrimento das interações que as tecnologias podem oferecer. Os valores essenciais humanos delegados a um segundo plano, numa sociedade cada vez mais dependente das tecnologias. A resposta para um descolamento dessa crise de valores pode ser colocar as tecnologias no seu devido lugar. Não como pilar central da educação, como propõem os autores que discutem a Educação 4.0, e sim, olhar para essa crise sob uma nova ótica através de autores que já pensaram em uma Educação para o futuro.

O primeiro que dispensa apresentações é Paulo Freire, em sua obra a Pedagogia da Autonomia, de 1996. Nesse pequenino livro, em tamanho, mas enorme em significados, Paulo Freire desfila conhecimentos e práticas indispensáveis para que educadores possam levar seus alunos a uma das habilidades almeçadas pelos defensores da educação 4.0, a autonomia do aluno.

Para Freire (2000), uma pedagogia que leve a humanidade à autonomia é a pedagogia que constrói conhecimento. Segundo Freire, o conhecimento só pode ser construído na interação entre o docente e o discente, portanto, um não existe sem o outro. Lado a lado, moldando interações, o professor interagindo com o aluno, ensinando e aprendendo, deixando transparecer ao educando seu papel na construção do conhecimento, pois “Quem ensina aprende ao ensinar e quem aprende ensinar ao aprender” (FREIRE, 2000, p. 25).

Outrossim, Freire é enfático ao dizer que “o educador que, ensinando geografia, “castra” a curiosidade do educando em nome da eficácia da memorização mecânica do ensino dos conteúdos, tolhe a liberdade do educando, a capacidade de aventurar-se” (FREIRE, 2000, p. 65). Por isso, educar para o futuro, não deve ser um ensino

bancário, onde ensinar conteúdo é mais importante do que “pensar certo”, criticar, ler o mundo, pesquisar, ou seja, despertar a curiosidade do discente.

O aluno só irá se envolver na construção de algum conhecimento, criticando a sua amplitude e/ou profundidade, quando o professor criar as bases que o possibilita alcançar sua própria produção. Somos e sempre seremos seres imperfeitos, não sendo possível construir um crescimento consistente sem a vivência social.

Outra amarra que prende e tolhe o educador, é o preconceito. Para Freire (2000, p. 39–40), o “pensar-certo” deve abominar qualquer forma de discriminação, independente de raça, sexo ou religião. Respeitar a autonomia do aluno é possibilitar que ele pense, aja ou se expresse de forma livre, buscando a geração de conhecimento. O Educador para o futuro deve estar atento e livre do preconceito.

Por fim, mas não para encerrar a reflexão, fica uma última conjectura sobre o pensamento de Paulo Freire sobre a esperança. O ato de pensar o futuro não deixa de ser um ato de fé, um ato de esperança. Para Freire “há uma relação entre a alegria necessária à atividade educativa e a esperança” (2000, p. 80), quando professores e alunos aprendem, ensinam, inquietam-se juntos.

A esperança faz parte da natureza humana, levantar-se toda manhã, buscar o novo, acreditar que o aluno pode crescer, é ter esperança. Mas não basta ter esperança, é preciso buscar cotidianamente, em pequenos ou grandes atos, um mundo melhor. Portanto, educar para o futuro é um ato de esperança construído em conjunto: professor, aluno, comunidade.

Outro autor que pensa a educação para o futuro é Edgar Morin, sociólogo francês. Em sua obra “Os Sete Saberes para a Educação do Futuro”, Morin (1999) sem pressupor fórmulas mágicas, busca demonstrar que a educação para o futuro deve preencher alguns espaços deixados pela educação tradicional. O estudo de Morin pode estimular os pesquisadores da Educação 4.0, em termos de propor formas de alcançar com os estudantes as características preconizadas na figura 6, quais sejam: habilidades tecnológicas, de comunicação, de cooperação e a condição de trabalhar suas qualidades pessoais.

Morin divide seu livro em saberes, que são: 1. As cegueiras do conhecimento: o erro e a ilusão; 2. Os princípios de um conhecimento pertinente; 3. Ensinar a condição humana; 4. Ensinar a identidade terrena; 5. Afrontar as incertezas; 6. Ensinar a compreensão e 7. A ética do gênero humano.

Trabalha a ideia do erro e da ilusão. Como a ciência sempre buscou afastar ou anular o erro de suas criações, a escola que cria e reproduz o conhecimento seguiu a mesma tendência. Segundo Morin (1999), o dever principal da educação é preparar cada um para enfrentar os não saberes com lucidez, sendo que a necessidade de deixar o aluno errar entra na equação para que o conhecimento possa avançar. Desenvolvendo uma aptidão de perceber a realidade do mundo que o cerca e não se deixar deslumbrar pelos avanços tecnológicos.

Para Morin, os princípios de um conhecimento pertinente, contestando a ideia de como a escola desmembra em disciplina o conhecimento, com isso, afirma que esse desmembramento impede seu avanço. O conceito central desse saber é que todo o conhecimento não serve, complementa que a escola não deve colocar energia em conhecimentos que não sejam pertinentes, ao invés disso ela deve focar em saberes realmente úteis e pertinentes. Conclui que o todo é maior que a soma das partes, e que a escola deve buscar uma educação que estimule a inteligência geral e o conhecimento do todo (MORIN, 1999).

Ensinar a condição humana, para o autor, vai além de entender o homem como ser físico, biológico, psíquico, cultural, social e histórico. A condição humana deve ser o objeto do ensino. Da forma como o ensino está organizado em disciplinas, fica difícil entender a dimensão total do ser. Sua proposta é alcançar a compreensão total do ser através das ementas das disciplinas de ciências da natureza e ciências humanas:

Os seres humanos servem-se das máquinas, que escravizam energia, mas são, ao mesmo tempo, escravizados por elas. A saga de ficção científica *Hypérion*, de Dan Simmons, supõe que, em um milênio do futuro, as inteligências artificiais (I.A.) terão domesticado os humanos, sem que estes tenham a consciência disso, e prepararão seu extermínio. O romance descreve peripécias surpreendentes, ao final das quais um híbrido de humano e I.A., portador da alma do poeta Keats, anuncia nova sabedoria. Este é o problema crucial que se apresenta logo no início do século XX: ficaremos submissos à *tecnosfera* ou saberemos viver em simbiose com ela? (MORIN, 1999, p. 79)

Defende que uma educação para o futuro deve estimular o aluno a conhecer-se e ir além, cultivar sua identidade plural, ensinar a ética da “compreensão planetária”, a sentir-se parte de um todo que conduz a uma vida empática e solidária, construindo um planeta que possa ser sustentável e viável para as futuras gerações. Nos relacionamentos, salvar a unidade e a diversidade humana, porque a humanidade é o “objetivo central e global de toda educação” (MORIN, 1999, p. 83).

O axioma defendido pela ciência cartesiana, no qual o pensamento de que tudo que é “ciência faz parte da certeza” deve ser contestado, o princípio da incerteza pode levar ao avanço do saber e da cultura. Para Morin, no processo educativo é necessário saber lidar com a incerteza, “compreendendo a incerteza do real” (MORIN, 1999, p. 91). As tecnologias facilitam o encontro de pessoas e, ao mesmo tempo, as afastam de um convívio face a face. Quando num duelo entre dois atores racionais não se pode prever a melhor estratégia, diante da diversidade de realidades, na vida há muito mais dificuldade de tomar decisões assertivas no processo educativo porque os atores nem sempre são coerentes.

Ao defender a condição de seres que buscam a paz, Morin (1999) afirma que, para tanto, é necessário a compreensão mútua entre os seres humanos, premissa básica da civilidade, mas se faz necessário estudar a raiz da incompreensão nas formas e efeitos que causa, por exemplo, xenofobias, racismos e desprezo às minorias.

Na sociedade conectada, as redes sociais facilitam a polarização. Colocar suas posições sobre os fatos, torna-se um ato trivial. Somos seres que buscam a paz, contudo, uma sociedade conectada é um contrassenso a essa ideia, pois a paz parece estar cada vez mais distante.

Morin sustenta a seguinte ideia: a forma como a educação é apresentada, atualmente, tem criado indivíduos ao invés de cidadãos. A educação do futuro, deve estudar a incompreensão nas suas raízes, modalidades e efeitos para poder atuar sobre sua causa. Buscar na compreensão dos cidadãos, da sociedade e da espécie o respeito e a aprendizagem democrática. É enfático ao dizer que se faz urgente assumir a missão antropológica do milênio:

Trabalhar para a humanização da humanidade; efetuar a dupla condução do planeta: obedecer à vida, guiar a vida; realizar a unidade planetária na diversidade; respeitar ao mesmo tempo, no próximo, a diferença e a identidade consigo próprio; desenvolver a ética da solidariedade; desenvolver a ética da compreensão; ensinar a ética do gênero humano (MORIN, 1999, p. 114).

Morin não deixou os sete saberes como uma norma que deveria ser aplicada à escola. Na verdade, deixou como uma inspiração para a docência repensar seu posicionamento, um lampejo de esperança para uma educação do futuro.

Focar a atenção no uso necessário das tecnologias na educação parece ser uma demanda de tempos de pandemia. Sem elas, muitas vezes utilizada de forma

precária, um mínimo de formação foi possível de ser realizado, devido à falta de políticas públicas e investimentos nessas tecnologias. Contudo essas demandas devem ser encaradas como provisórias, pois, assim que a calamidade passar e a contabilidade cruel das vidas ceifadas for totalizada, não devemos enquadrar a escola nesse padrão tecnicista.

Uma reflexão sobre a sociedade contemporânea, sob a ótica do filósofo *Byung-Chul Han*⁶⁴, em seu livro *Sociedade do Cansaço*, escrito em 2010, levanta uma série de considerações sobre a sociedade atual, comparando-a ao que ele chama de *Sociedade Moderna*, trazendo reflexões sobre questões que afetam a todos, usuários ou não, das tecnologias digitais. Para entender essa sensação de cansaço e improdutividade, Han (2019) recapitula o entendimento da sociedade moderna para depois apresentar seus argumentos.

Outrossim, Han (2019) apresenta a sociedade moderna e a situa no período pós-guerra entre 1945 e 1991. No período da guerra fria, onde a visão de mundo preponderante em países capitalistas ou de economia aberta era uma visão imunológica, ou seja, existe um inimigo a ser combatido e esse inimigo possui uma existência totalmente contrária à visão preponderante, que pode ser considerada como a negação do estilo de vida capitalista, principalmente defendido por países de origem socialista. Muitos exemplos desse embate podem ser elencados, mas os que mais chamam a atenção é o fenômeno do “Macartismo” e das “ditaduras na América Latina”, bem como as “guerras da Coreia e do Vietnã”, ou seja, todos os conflitos ou eventos construídos simbolicamente para bloquear o avanço de um inimigo externo, do “fantasma do comunismo”.

Para Han (2019), a alteridade e a negatividade, são as respostas dos regimes ditatoriais para as pautas da sociedade do controle. Nesses regimes, há uma vigilância estreita do que pode ser dito, escrito, pensado ou manifestado. Essa é uma das principais razões que as ditaduras, principalmente da América Latina, eram completamente avessas a qualquer ideia que possuísse traços, mesmo que inócuos, de pensamentos comunistas. Essas sociedades, possuem, em sua maioria, ferramentas de controle externas ao indivíduo, impondo a eles deveres, definindo uma obediência absoluta e uma passividade total. Segundo Han essas sociedades em sua grande maioria exigem do indivíduo tarefas únicas, focando sua atenção, exigindo

⁶⁴ Nascido em 1959, sul-coreano, professor de filosofia e estudos culturais da Universidade de Berlin. Disponível em <https://brasilecola.uol.com.br/filosofia/byung-chul-han.htm>, acesso em 10/05/2021

dedicação demorada a essa atividade. Essa disposição, de focar a atenção em uma tarefa única e repetitiva, propicia no indivíduo o suporte ao tédio e a capacidade de negação e, esse impulso, é a força que em alguns casos cria e inova:

E visto que ele tem uma tolerância bem pequena para o tédio, também não admite aquele tédio profundo que não deixa de ser importante para um processo criativo. Walter Benjamin chama a esse tédio profundo de um "pássaro onírico, que choca o ovo da experiência". Se o sono perfaz o ponto alto do descanso físico, o tédio profundo constitui o ponto alto do descanso espiritual. Pura inquietação não gera nada de novo. Reproduz e acelera o já existente. Benjamin lamenta que esse ninho de descanso e de repouso do pássaro onírico está desaparecendo cada vez mais na modernidade. (HAN, 2019, p. 19)

Esse cenário não durou para sempre e, com o aparecimento das inovações da microeletrônica, surge a sociedade em rede preconizada por Manuel Castells⁶⁵. Segundo Han (2019), a sociedade do cansaço é uma consequência da sociedade em rede, um aprofundamento de seu impacto na sociedade em que vivemos, uma sociedade de contradições. Se na sociedade moderna o indivíduo é mono tarefas, na sociedade do cansaço ele deve ser diametralmente oposto, ou seja, multitarefas.

Na sociedade do cansaço há um universo de positividade, ao contrário da sociedade moderna marcada pela negatividade, segundo Han (2019, p. 8) pode se notar esse fenômeno na forma como os países tratam a questão dos "imigrantes", que são considerados um peso, uma diferença que incomoda. Em um país com seus costumes e tradições, esses imigrantes não têm força suficiente para mudar a forma como são vistos por essa sociedade e para superá-los, impõem-se a eles a forma de vida dos nativos, ou se acostumam ou mudam-se.

Na sociedade do cansaço, o indivíduo é chamado a todo instante para agir, produzir, enfim, mostrar sua positividade frente aos outros, afirmar sua existência frente aos outros, e ele só pode fazer isso demonstrando ser multitarefa, fazendo várias coisas ao mesmo tempo. A questão, segundo Han (2019), é que a atenção não será profunda, característica da sociedade moderna, será rasa, rápida, superficial, caracterizada pela hiperatividade. Esse cenário leva o indivíduo a exaustão, um cansaço crônico, que atinge a própria constituição do ser. É um cansaço solitário, onde o indivíduo vive isolado em sua própria afirmação. A força do desempenho leva

⁶⁵ "Doutor em sociologia pela Universidade de Paris, é professor nas áreas de sociologia, comunicação e planejamento urbano e regional e pesquisador dos efeitos da informação sobre a economia, a cultura e a sociedade em geral. Principal analista da era da informação e das sociedades conectadas em rede, sua obra virou referência obrigatória na discussão das transformações sociais do final do século XX" - Disponível em <https://www.fronteiras.com/conferencistas/manuel-castells>, acesso em 10/05/2021.

ao esgotamento, diagnosticado como depressão, uma exaustão do eu tentando ser eu. No final resta uma reflexão frente ao cansaço, como defende Han, o momento para o ócio, como “Deus, que depois de todo a criação descansou, e chamou esse dia de sagrado”, o ócio que cria, “sagrado não é o dia para isso e sim, o dia para não isso, um dia para o lúdico, um dia para o inútil” (HAN, 2019, p. 40).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As inovações ideadas pela 4ª Revolução Industrial, estão tomando forma e a sociedade da era digital já faz uso de vários de seus princípios, técnicas e ferramentas, muitas vezes sem mesmo perceber. Esse é o grande desafio, usar esse desenvolvimento tecnológico a favor do desenvolvimento equânime de toda a sociedade. A influência da era digital já se faz presente na Educação, e em um modelo que enlevou professores e alunos para um novo sentido, para o protagonismo e personalização dos saberes.

Adorno (1993) não estabeleceu um paralelo entre progresso e esperança. Na *Minima Moralia*, nenhum dos aforismos tem o objetivo de fazer uma análise profunda da esperança, tão pouco se atém a analisar sua correlação com o progresso. Seu olhar é para o indivíduo e seu contexto dentro da sociedade, considerando o impacto da esperança sobre eles. Adorno (1993) aponta para a esperança daqueles que não se deixaram arrebatados pelo progresso, não estão atados à ordem social vigente, buscam outro sentido para sua existência, que não depositam sua esperança no progresso como único meio de realização para a humanidade.

Adorno (1993), preocupado com a racionalidade técnica e com o impacto do progresso sobre o sujeito, analisa como os meios de produção e o consumismo embrutecem a humanidade e entorpecem os sentidos, já que o capitalismo se caracteriza pela busca desenfreada de maior eficiência com um custo mínimo, a fim de maximizar os lucros.

A crítica de Adorno (1993), em seus aforismos, é para despertar o leitor para as condutas impróprias em decorrência de sua vida, em grande medida, mal vivida, proporcionada pelos princípios “coisificantes” da sociedade capitalista. A educação, neste cenário, tem o papel de manter esse estado de coisas, como uma simples ferramenta da indústria cultural, que transforma o ensino em mercadoria. Enquanto a educação assumir esse papel, traz consigo a anulação do desenvolvimento da autorreflexão e da autonomia de pensamento.

Para Adorno (1993), uma educação que edifica o espírito humano, passa pela leitura atenta e em profundidade das principais obras literárias, referências recorrentes em seus aforismos. Adorno (1993) não é contra a educação, e sim a educação de massa. Suas críticas são para que ela seja devolvida ao seu verdadeiro lugar de direito, o de transformar as relações sociais através de um projeto de libertação do

homem por meio da formação acadêmica. Critica o racionalismo técnico, que pode promover no professor um impulso conteudista e mecanicista, deixando de olhar para a realidade do aluno, desumanizando a dicotomia professor formador e professor formado, promovendo a autoconservação da educação de massa.

O emprego das tecnologias digitais na educação, realizado em escolas tecnicistas quanto ao controle dos processos e dos resultados, remete para a forma como atualmente é administrado por alguns gestores os processos educacionais.

Podemos então chegar à conclusão que a Educação 4.0 pode vir a ser um “neotecnicismo”, onde o controle é preconizado e almejado pela maioria dos autores que discutem o tema e que pertencem ao segmento industrial, como Mourtzis *et al.* (2018, 2019); Almeida e Simoes (2019); Aristin *et al.* (2020, p. 172); Bonfield *et al.* (2020); Bujang *et al.* (2020); Fisk (2017); Mahdy *et al.* (2020) e Porubčinová, Novotná e Fidlerová (2020).

Contudo, autores que são do segmento educacional, como Führ (2018); Himmetoglu, Aydog e Bayrak (2020) e Silva, Sobrinho e Valentim (2020), embasam sua concepção de Educação 4.0 em conceitos de aplicação e experimentação, visando forçar um intercâmbio com os segmentos econômicos. Argumentam que a Educação está atrasada, são novos tempos, portanto devem ser esculpidos novos paradigmas. Defendem que olhar para o novo é essencial, e propor soluções com esse novo olhar é urgente.

Como o termo Indústria 4.0 tornou-se uma realidade para o segmento industrial, para referir-se à modernização dos processos industriais, quando o termo é aplicado à educação tem-se a mesma percepção, uma educação que pensa o futuro é uma Educação 4.0. Mas o olhar que se volta para seus conceitos, deixa transparecer que Educação 4.0 está mais ligada a repassar o entendimento dos princípios, técnicas e ferramentas da Indústria 4.0, do que realmente analisar a educação para preparar as futuras gerações para o que está por vir.

As definições de Educação 4.0 encerram em seu bojo palavras como “competência”, “inovação”, “liberdade”, “resultado”, “autonomia” e essas palavras circulam como se não tivessem origem, contexto ou dimensão. São apropriadas como se os seus significados fossem neutros, mas não o são. Se faz necessário que esses conceitos sejam devidamente contextualizados e possam ser utilizados na educação com seu significado original.

Dialogar por uma Educação para o futuro seria um caminho mais assertivo para preparar as novas gerações, visando o enfrentamento dos desafios que a tecnificação da sociedade propõe. É significar, por exemplo, a autonomia do aluno, para que essa autonomia seja o que de fato ela deva significar, “ensinar não é transferir conhecimento, mas criar possibilidades para sua própria produção ou a sua construção” (FREIRE, 2000, p. 24), esse deve ser o significado de autonomia.

Se a Educação 4.0 necessita que o aluno seja inovador (figura 6), parece mais sensato almejar que este aluno esteja preparado para “conviver com o erro”, e não desista da busca pelo novo, porque o sucesso do novo, em raras exceções, é conseguido na primeira tentativa. Não tenha medo de afrontar as incertezas e buscar os conhecimentos necessários para resolver os problemas que cercam a busca pelo novo (MORIN, 1999).

A indústria 4.0 apresenta um mundo onde a tecnologia é a mandatária do que está por vir, porém, corremos o risco de perdermos nossa humanidade. Nesse processo de correria desenfreada, perdemos o tempo do ócio criativo, o tempo para nós. “Perdemos toda capacidade de admiração. Vivemos numa loja mercantil transparente, onde nós próprios, enquanto clientes transparentes, somos supervisionados e governados” (HAN, 2019, p. 65). Nesse momento em que estamos ainda no limiar das mudanças, é possível desacelerar, ressignificar nossas vidas. “Já é tempo de rompermos com essa casa mercantil. Já é hora de transformarmos essa casa mercantil novamente em uma moradia, numa casa de festa, onde valha mesmo a pena viver” (HAN, 2019, p. 65).

Algumas iniciativas internacionais de implantação de sistemas educacionais moldados para se adequar às demandas da Indústria 4.0 estão surgindo. Durante o Fórum Econômico Mundial de Davos em 2020⁶⁶, foram apresentados alguns exemplos de Educação 4.0., como a experiência do Canadá, que criou programas especiais de aula após o turno escolar regular, que tem por finalidade dar acesso aos alunos a alguns ambientes de trabalho em empresas de alta tecnologia. É mencionado também o caso da Indonésia que, numa escola, utiliza uma abordagem diferenciada para estimular a aprendizagem, cujo método é desenvolvido com um design ao ar livre e utiliza apenas 10% da energia consumida nas demais escolas para estimular a sustentabilidade e a preservação do meio ambiente.

⁶⁶ Publicado por Rock Content em 14/04/2020. Disponível em <https://blog.frs.edu.br/escola-do-futuro/>, acesso em 01/09/2021

Uma escola em Mali trabalha em parceria com as indústrias de alta tecnologia, identificando os problemas da comunidade para produzir soluções inovadoras. Dessa forma, estudantes conseguem projetar protótipos para contribuir para a melhoria da qualidade de vida das pessoas. Essa mesma dinâmica é utilizada no Peru e México com apenas uma diferença, em uma parte das atividades são desenvolvidos projetos colaborativos, enquanto em outra parte é realizada por meio de plataformas online.

A Educação 4.0 apresenta soluções para melhoria da qualidade da educação (figura 7), contudo, para a realidade brasileira cabem algumas ressalvas.

A primeira ressalva passa por uma crise que está instaurada em nossa sociedade atual. Uma crise do capital, com o aumento do desemprego, da fome e da falta de ações para enfrentar a Pandemia do Covid-19, potencializada pela virada à direita no âmbito da política mundial, que pode ser percebido pela subida ao poder de grupos de ultradireita e fascistas pelo mundo, inclusive no Brasil a partir de 2019. Permeada por essa polarização política, a qual Adorno e Horkheimer (1985) como que prevendo, apontavam para uma postura crítica no debate com a ciência e a cultura, sugerindo uma proposta de sociedade que pode e deve superar o que eles chamavam de “crise da razão”, podendo assim fazer uso de toda tecnologia da Educação 4.0 para melhoria da qualidade e aumento da inclusão na sociedade brasileira.

A segunda ressalva vem da velocidade inquietante com que a informação circula em nossa sociedade. E a escola, por estar entranhada na sociedade, é afetada por esse volume de informação, cabendo principalmente aos professores, como agentes que possibilitam aos alunos um mínimo tratamento dessas informações, um sobrepeso ainda maior de suas responsabilidades. Segundo Saviani (2012), a escola não pode se render ao imediatismo das informações dispersas, superficiais e multifacetadas das mensagens momentâneas, cabendo a ela a nobre missão de propiciar o acesso consciente ao que é importante e necessário.

Uma última ressalva, no que concerne as finalidades da Educação 4.0, é no sentido de que ela seja encarada como uma entidade autônoma à Indústria 4.0 e não como um instrumento da Indústria 4.0 para treinar e qualificar seus operadores, mas indo muito além disso. Que a Educação 4.0 seja analisada e pesquisada, como um conceito para a integração da educação do ser humano como um todo. Esse pode ser o tema de futuras discussões.

Por fim, a Pandemia da covid 19 expôs uma realidade que estava velada. A influência que a Educação 4.0 e suas tecnologias vinham provocando nos sistemas educacionais foram expostas e maximizadas. A exclusão digital é uma realidade e o abismo entre as classes sociais só aumentou. Em consequência, o acesso à educação também foi afetado. É triste constatar que o ensino público, na atual conjuntura, passou a ser acessível somente aos mais privilegiados e sua qualidade nunca foi tão desejada. Hoje, posso afirmar, para que o ensino público seja inclusivo e de qualidade, e atenda aos requisitos da Educação 4.0, faz-se necessário muito investimento em formação e condição de vida humana e infraestrutura digital.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADORNO, T. W. **Minima Moralia**. 2ª ed. São Paulo: Editora Ática, 1993.

ADORNO, T. W.; HORKHEIMER, M. **Dialética do Esclarecimento**. Reimpressão ed. Rio de Janeiro - RJ: Zahar Editor Ltda., 1985.

ALMEIDA, F.; SIMOES, J. The role of serious games, gamification and industry 4.0 tools in the education 4.0 paradigm. **Contemporary Educational Technology**, v. 10, n. 2, p. 120–136, 2019.

ANDERL, R. Industrie 4.0 - Advanced Engineering of Smart Products and Smart production. **19th International Seminar on High Technology**., 2014.

ARISTIN, N. F. et al. 3D map of dry land use based aerial image as learning media in era of education 4.0. **International Journal of Emerging Technologies in Learning**, v. 15, n. 7, p. 171–179, 2020.

ASHTON, K. That “Internet of Things” Thing. **RFID Journal**, 2010.

BLOEM, J. et al. The Fourth Industrial Revolution Things to Tighten the Link Between it and ot. **VINT research report 3**, p. 1–39, 2014.

BONFIELD, C. A. et al. Transformation or evolution?: Education 4.0, teaching and learning in the digital age. **Higher Education Pedagogies**, v. 5, n. 1, p. 223–246, 2020.

BOWMAN, D. M. et al. Fire in the Earth system. **Science**, v. 324, n. 5926, p. 481, 2009.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília DF, 1988.

BUJANG, S. D. A. et al. Digital learning demand for future education 4.0-case studies at Malaysia education institutions. **Informatics**, v. 7, n. 2, p. 1–11, 2020.

CAMARGO, W. D. P. DE. PROPOSTA DE ESTUDO DE VIABILIDADE PARA A IMPLANTAÇÃO DE UM FABLAB EM TOLEDO. **Revista Competitividade e Sustentabilidade**, v. 7, n. 2, p. 335–345, 2020.

CAMPANA, G. A.; OPLUSTIL, C. P. Conceitos de automação na medicina laboratorial: revisão de literatura Concepts in laboratory medicine automation: literature review. p. 119–127, 2011.

CÉSAR et al. Contribuição da Indústria 4.0 (4ª Revolução Industrial) para a indústria de jogos digital. **3E UNIRIO**, v. 0, p. 1–16, 2017.

CIAVATTA, M.; RAMOS, M. A “era das diretrizes”: A disputa pelo projeto de educação dos mais pobres. **Revista Brasileira de Educação**, v. 17, n. 49, p. 11–17, 2012.

DAGNINO, R.; BRANDÃO, F. C.; NOVAES, H. T. Sobre o marco analítico-conceitual da tecnologia social. **Tecnologia social, uma estratégia para o desenvolvimento**, n. February, p. 216, 2004.

DIAS, M. M. et al. Aplicação de Técnicas de Mineração de dados no Processo de Aprendizagem na Educação a Distância. **Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**, v. 1, n. 1, p. 105–114, 2008.

DOMBROWSKI, U.; WAGNER, T. **Mental strain as field of action in the 4th industrial revolution**. Procedia CIRP. **Anais...Elsevier B.V.**, 2014

DOSE, E. M. C. A importância do feedback na educação a distância. **Revista online de Política e Gestão Educacional**, v. 21, n. 3, p. 1565–1571, 2017.

FAVA, R. **Trabalho, Educação e Inteligência Artificial: A Era do Indivíduo Versátil**. Porto Alegre, RS: Penso, 2018.

FERNANDES, K. T. **Modelo de Interoperabilidade para Utilização dos Recursos dos Ambientes Virtuais de Aprendizagem Através dos Dispositivos Móveis. Anais dos Workshops do III Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2014)**, 2019.

FERREIRA, A. B. DE H. **O Novo Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa**. São Paulo - SP: [s.n.].

FISK, P. **Education 4.0 ... the future of learning will be dramatically different, in school and throughout life**. Disponível em: <<https://www.thegeniusworks.com/2017/01/future-education-young-everyone-taught-together/>>. Acesso em: 3 maio. 2021.

FREIRE, P. **Política e Educação**. 5ª ed. São Paulo - SP: Editora Cortez, 1993.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: Saberes Necessários à Prática Educativa**. 15ª ed. São Paulo - SP: Editora Paz e Terra, 2000.

FÜHR, R. C. Educação 4.0 e seus impactos no século XXI. **V CONEDU - Congresso Nacional de Educação**, p. 1–6, 2018.

GASQUE, K. C. G. D. Competência em Informação: conceitos, características e desafios. **A.to.Z Novas Práticas em Informática e Conhecimento**, v. 2, n. 1, p. 5–9, 2013.

GIBSON, I.; ROSEN, D.; STUCKER, B. **Additive Manufacturing Technologies 3D Printing, Rapid Prototyping, and Direct Digital Manufacturing**. 2ª ed. New York: Springer New York Heidelberg Dordrecht London, 2002.

GRAGLIA, M. A. V.; LAZZARESCHI, N. A Indústria 4.0 e o Futuro do Trabalho: Tensões e Perspectivas. **Revista Direito Mackenzie**, v. 11, n. 1, 2018.

HAN, B.-C. **Sociedade do Cansaço**. 2. ed. Tradução de Enio Paulo Giachini. Petrópolis, RJ: Editora Vozes, 2019.

HEIDARI, F.; PAPAGELIS, M. Evolving network representation learning based on random walks. **Applied Network Science**, v. 3, p. 1–38, 2020.

HERMANN, M.; PENTEK, T.; OTTO, B. Design principles for industrie 4.0 scenarios. **Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences**, v. 2016- March, p. 3928–3937, 2016.

HIMMETOGLU, B.; AYDUG, D.; BAYRAK, C. Education 4.0: Defining the Teacher, the Student, and the School Manager Aspects of the Revolution. **Turkish Online Journal of Distance Education**, n. July, p. 12–28, 2020.

IGLÉSIAS, A. G.; BOLLELA, V. R. Integração curricular: um desafio para os cursos de graduação da área da Saúde. **Medicina (Brasil)**, v. 48, n. 3, p. 265–272, 2015.

ISOTANI, S.; PINTO, I. I. B. S. **Cieb cieB notas técnicas #15**, 2019.

KAGERMANN, H. et al. Recommendations for implementing the strategic initiative

INDUSTRIE 4.0. **Final report of the Industrie 4.0 Working Group**, n. April, p. 82, 2013.

KEEHN, N. A.; FERREIRA, A. B.; SAUNDERS, W. A. RFID-BASED NAVIGATION OF AN AUTONOMOUS GUIDED VEHICLE. **Patent Application Publication**, v. A, n. 1, p. 1–18, 2020.

KENSKI, V. M. Cultura digital (verbetes). In: **In: MILL, D. (Org.), Dicionário Crítico de Educação e Tecnologias e de Educação a Distância**. Campinas - SP: Editora Papiro, 2018. p. 139–144.

KNIGHT, P. A Infraestrutura da banda larga e a inclusão digital no Brasil. In: **BELLI, L.; CARVALLI, O. (Orgs.). Governança e regulações da Internet na América Latina Análise sobre infraestrutura, privacidade, cibersegurança e evoluções tecnológicas em homenagem aos dez anos da South School on Internet Governance**. Rio de Janeiro - RJ: FGV Direito Rio, 2019. p. 556.

LOBO, A. P.; COSTA, P. **Tadao Takahashi: O Brasil abandonou a sua vocação para produzir TICs**. Disponível em: <<https://www.convergenciadigital.com.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?UserActiveTemplate=site&UserActiveTemplate=mobile%252Csite&inford=49040&sid=4>>. Acesso em: 18 nov. 2020.

MAHDY, Z. A. et al. Simulation in healthcare in the realm of education 4.0. **Sains Malaysiana**, v. 49, n. 8, p. 1987–1993, 2020.

MARX, K.; ENGELS, F. **Manifesto do Partido Comunista**. São Paulo - SP: Companhia das Letras in association with Penguin Group (usa) Inc., 2012.

MELLO, R. G. S. DE. **UTILIZAÇÃO DE BIG DATA ANALYTICS NOS SISTEMAS DE MEDIÇÃO DE DESEMPENHO: ESTUDOS DE CASO**. [s.l: s.n.].

MIZUKAMI, M. DA G. N. **Ensino: As abordagens do Processo**. São Paulo - SP: [s.n.].

MORIN, E. **Os Sete Saberes para a Educação do Futuro**. Lisboa: Instituto Piaget, 1999.

MOURTZIS, D. et al. Cyber- Physical Systems and Education 4.0 -The Teaching

Factory 4.0 Concept. **Procedia Manufacturing**, v. 23, n. 2017, p. 129–134, 2018.

MOURTZIS, D. et al. Manufacturing System Design using Simulation in Metal Industry towards Education 4.0. **Procedia Manufacturing**, v. 31, p. 155–161, 2019.

OLIVEIRA, R. M. DE. Revolução Industrial na Inglaterra: Um Novo Cenário na Idade Moderna. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento.**, v. 01, n. 02, p. 1–23, 2017.

PAELKE, V. Augmented Reality in the Smart Factory. **Emerging Technology and Factory Automation**, p. 1–4, 2014.

PICONEZ, S. C. B. et al. Desafios da Sustentabilidade Educacional e as contribuições da Tecnologia Cloud Computing. p. 771–778, 2017.

PORUBČINOVÁ, M.; NOVOTNÁ, I.; FIDLEROVÁ, H. the Use of Education 4.0 Tools in Tertiary Education System in Slovakia. **Information Technologies and Learning Tools**, v. 80, n. 6, p. 161–175, 2020.

SAVIANI, D. **Pedagogia histórico-crítica: primeiras aproximações**. 11^a ed. Campinas - SP: EDITORA AUTORES ASSOCIADOS LTDA., 2011.

SAVIANI, D. **Escola e Democracia**. Campinas - SP: Editora Autores Associados LTDA, 2012.

SAVIANI, D. **Histórias das ideias pedagógicas no Brasil**. 4^a ed. Campinas - SP: Editora Autores Associados LTDA, 2013.

SCHAFF, A. **A Sociedade Informática**. 4^a ed. São Paulo - SP: Editora Brasiliense, 2001.

SCHULTHEIS, M. T.; RIZZO, A. A. **The application of virtual reality technology in rehabilitation** *Rehabilitation Psychology*, 2001.

SCHWAB, K. **A Quarta Revolução Industrial**. São Paulo - SP: edipro, 2016.

SCHWAB, K. **The Future of Jobs Report**. [s.l: s.n.].

SCHWAB, K.; DAVIS, N. **Aplicando a Quarta Revolução Industrial**. São Paulo - SP: edipro, 2019.

SHARMA, R. Internet of Things: An approach for Advancement in Educational Institution. **2016 1st India International Conference on Information Processing (IICIP)**, p. 1–4, 2016.

SILVA, D. E.; SOBRINHO, M. C.; VALENTIM, N. M. Educação 4.0: um Estudo de Caso com Atividades de Computação Desplugada na Amazônia Brasileira. p. 141–147, 2020.

SILVA, A. M. DA. A UBERIZAÇÃO DO TRABALHO DOCENTE NO BRASIL: UMA TENDÊNCIA DE PRECARIZAÇÃO NO SÉCULO XXI. **Revista Trabalho Necessário**, v. 17, n. 34, p. 229, 2019.

SILVA, G. C. Tecnologia, educação e tecnocentrismo: as contribuições de Álvaro Vieira Pinto. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 94, n. 238, p. 839–857, 2013.

SILVA, R. D. A. et al. Aplicando Internet das Coisas na Educação: Tecnologia, Cenários e Projeções. **Anais dos Workshops do VI Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2017)**, v. 1, n. Cbie, p. 1256, 2017.

SKINNER, B. F. **Sobre o Behaviorismo**. São Paulo: Editora Cultrix, 1982.

TOMASIC, R. An Introduction. In: **Company Law in East Asia**. [s.l.] Routledge, 2018. v. 1536–1268p. 1–10.

TOMBOLO, G.; SAMPAIO, A. V. O PIB brasileiro nos séculos XIX e XX: duzentos anos de flutuações econômicas Brazilian GDP in the nineteenth and twentieth centuries: two hundred years of economic fluctuations. **Revista de Economia**, v. 3, n. ano 37, p. 181–216, 2013.

TORI, R.; KIRNER, C.; SISCOUTO, R. **fundamentos e tecnologias de realidade virtual e aumentada**. Pré-Simpósio VIII Symposium on Virtual Reality. **Anais...Belém - PA: 2006**

TOURAINÉ, A. **Um Novo Paradigma: para compreender o mundo de hoje**. Vozes ed. Petropolis: [s.n.].

VERAS, M.; RASQUILHA, L. **Educação 4.0 - o mundo, a escola e o aluno na década 2020-2030**. Campinas - SP: Editora Unità, 2019.

WANG, S. et al. Towards smart factory for industry 4.0: A self-organized multi-agent system with big data based feedback and coordination. **Computer Networks**, v. 101, p. 158–168, 4 jun. 2016.

YEN, C. et al. Advanced Manufacturing Solution to Industry 4.0 trend through. **Automation Science and Engineering (CASE)**, p. 1150–1152, 2014.