



**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
ÁREA DE CONHECIMENTO DE HUMANIDADES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
CURSO DE MESTRADO EM EDUCAÇÃO**

DAIANA DOMENEGHINI

**A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL COMO PRÁTICA MEDIADORA PARA O ENSINO
E APRENDIZAGEM NA EDUCAÇÃO**

NOVA PRATA

2022

DAIANA DOMENEGHINI

**A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL COMO PRÁTICA MEDIADORA PARA O ENSINO
E APRENDIZAGEM NA EDUCAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação, Curso de Mestrado, da Universidade de Caxias do Sul, como requisito final para obtenção do grau de Mestra em Educação.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Cristina Maria Pescador

NOVA PRATA

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Universidade de Caxias do Sul
Sistema de Bibliotecas UCS - Processamento Técnico

D668i Domeneghini, Daiana

A inteligência artificial como prática mediadora para o ensino e aprendizagem na educação [recurso eletrônico] / Daiana Domeneghini. – 2022.

Dados eletrônicos.

Dissertação (Mestrado) - Universidade de Caxias do Sul, Programa de Pós-Graduação em Educação, 2022.

Orientação: Cristina Maria Pescador.

Modo de acesso: World Wide Web

Disponível em: <https://repositorio.ucs.br>

1. Educação. 2. Inteligência artificial. 3. Aprendizagem. 4. Ensino. I. Pescador, Cristina Maria, orient. II. Título.

CDU 2. ed.: 37

Catalogação na fonte elaborada pela(o) bibliotecária(o)
Carolina Machado Quadros - CRB 10/2236

A Inteligência Artificial como prática mediadora para o ensino e aprendizagem na Educação

Daiana Domeneghini

Dissertação de Mestrado submetida à Banca Examinadora designada pela Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade de Caxias do Sul, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestra em Educação.

Linha de Pesquisa: Processos Educacionais, Linguagens, Tecnologias e Inclusão.

Nova Prata, 26 de abril de 2022.

Banca Examinadora:

Profa. Dra. Cristina Maria Pescador (Presidente/Orientadora – UCS)

(Presidente/Orientadora – UCS)

Profa. Dra. Carla Beatris Valentini (PPGEdu/UCS)

(Avaliadora)

Profa. Dra. Adriana Ferreira Boeira (UCS / IFRS – Campus de Vacaria)

(Avaliadora)

Prof. Dr. Crediné Silva de Menezes (UFRGS)

(Avaliador)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, à minha mãe. Mulher forte de um coração generoso, que desde o início da minha trajetória acadêmica sempre foi uma ótima ouvinte e conselheira quanto ao destino das decisões que eu tomava.

Em segundo lugar, sou grata à Raquel Giacomini Antunes, com quem tenho a oportunidade de conviver e desfrutar de momentos recheados de alegria, inteligência e amizade. Se não fosse por ela, talvez eu não teria despertado para a docência e, tampouco, realizar o sonho de cursar o Mestrado em Educação.

À minha orientadora, Cristina Maria Pescador, que tive a honra de conhecê-la pessoalmente momentos antes do início da pandemia, e que, com sua generosidade, soube conduzir, com empatia, os momentos de angústia e insegurança que eu vivenciei. Da mesma forma, carrega consigo um brilho, uma alegria que contagia os encontros. Nunca esquecendo da responsabilidade na condução do nosso trabalho, ela fazia com que eu respirasse fundo (assim dizia: respira!) e, de mãos dadas comigo, orientou-me com extrema dedicação e eficiência!

Ao meu marido, Fernando Furlanetto, por ser tão compreensivo e carinhoso nos momentos em que precisei me ausentar para escrever. E foram muitos! Sempre com uma palavra positiva e com paciência para compreender que, para realizar o meu sonho, era preciso eu renunciar à companhia e aos momentos em família. Obrigada, Fernando, por abraçar a causa junto comigo e dar todo o suporte que o João Gabriel precisava enquanto eu estava imersa na construção desta pesquisa. Foi pela confiança em ti que pude manter o equilíbrio e focar no meu objetivo.

Ao meu amado filho João Gabriel... ah, esse merece o meu louvor! Uma criança que, quando iniciei o mestrado, tinha seis anos e, hoje, passados dois anos, vejo um menino que desenvolveu o gosto pela leitura após tanto ver em mim os esforços para a concretização desta pesquisa. Agradeço a ti, meu filho, por suportar a minha ausência quando você queria brincar ou até conversar comigo sobre as coisas que te encantavam, como carros ou futebol, ou por fazer tudo rápido porque eu tinha que escrever a pesquisa. Passaste a conhecer a profe Cris, a conversar com ela pelo computador e pedir dos gatos da profe! Percebo que passar por esses momentos nos deixou mais fortes e que, a partir de agora, poderemos colher os frutos dessas transformações!

Às colegas do curso de mestrado e aos professores, por estarem juntos nesta caminhada, sempre muito receptivos, atenciosos e disponíveis para construir o conhecimento em conjunto.

RESUMO

A pesquisa versa sobre a inserção das técnicas de Inteligência Artificial na educação, bem como o reconhecimento das características que envolvem o uso dessas técnicas como prática mediadora para ensinar e aprender. De forma mais precisa, discorre sobre o uso dos sistemas tutores inteligentes para promover um ensino e aprendizagem personalizados. Embora as transformações sociais, mesmo em períodos distintos, venham adentrando o cotidiano da sociedade e alterando os hábitos de vida, a mutação tecnológica, incorporada de virtualização e conectividade, permeia esse espaço cultural e desafia o modelo tradicional do binômio ensino e aprendizagem. A mudança pode ser fundamental quando é possível reconhecer uma necessidade social e, nessa perspectiva, o objetivo geral deste trabalho é identificar as características que permeiam o uso das técnicas de inteligência artificial como prática mediadora para o ensino e a aprendizagem. Para cumprir com o objetivo principal, optou-se pela construção de uma pesquisa bibliográfica de caráter qualitativo exploratório, embasada nos principais autores científicos como Bittencourt (1998), BNCC (2018); Crochik (1998); Dowbor (2009); Freire (2015); Kuramoto (2009); Lemos (2009); Lévy (1999); Lévy (2001); Palacios (2009); Simões (2009); Turing (1950) e Vicari (2018). Os resultados da referida investigação evidenciaram que o sujeito contemporâneo já vivencia a mutação tecnológica, o que sinaliza a importância de os sistemas tutores inteligentes adentrarem os espaços escolares de modo a acompanharem as tendências do cotidiano. Da mesma forma, é possível o desenvolvimento de competências e habilidades do estudante por meio da utilização dos recursos advindos de técnicas de IA para oferecer um ensino e uma aprendizagem contemporâneos.

Palavras-chave: Educação. Sistemas tutores inteligentes. Competências e habilidades. Personalização do ensino.

ABSTRACT

The research is about the insertion of Artificial Intelligence techniques in education. More precisely, it discusses the use of intelligent tutoring systems to promote personalized teaching and learning. Although social transformations, even in different periods, have been entering the daily life of society and changing its habits, the technological mutation, incorporated in virtualization and connectivity, permeates this cultural space and challenges the traditional model of the teaching and learning binomial. Change can be fundamental when it is possible to recognize a social need and, in this perspective, the general objective of to identify the characteristics that have the use of artificial intelligence techniques as a mediating practice for teaching and learning. To fulfill the main objective, we chose to build a bibliographic research of an exploratory qualitative nature, based on the main scientific authors such as Bittencourt (1998), BNCC (2018); Crochik (1998); Dowbor (2009); Freire (2015); Kuramoto (2009); Lemos (2009); Levy (1999); Lévy (2001); Palaces (2009); Simões (2009); Turing (1950) and Vicari (2018). The results of this investigation showed that the contemporary subject is already experiencing technological change, which signals the importance of intelligent tutoring systems to enter school spaces in order to follow everyday trends. Similarly, it is possible to develop student skills and abilities through the use of resources derived from AI techniques to offer contemporary teaching and learning.

Keywords: Education. Intelligent tutoring systems. Competencies and skills. Personalization of teaching.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Representação da legenda de unitarização.....	52
Figura 2 - Visualização da desconstrução da síntese.....	53
Figura 3 - Modelo de interface	68

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Artigos resultantes da busca no Portal de Periódicos da CAPES e da Scielo	49
Quadro 2 - Teses e Dissertações resultantes da busca na BDTD e no portal de Periódicos da CAPES.....	50
Quadro 3 - Categorias e subcategorias emergentes	54

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1 EDUCAÇÃO E TECNOLOGIAS DIGITAIS: INSERÇÃO DA ESCOLA NA CULTURA DIGITAL	17
2.2 PROCESSOS EDUCACIONAIS E A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL	22
2.3 INSERÇÃO DE PRÁTICAS EDUCATIVAS ENVOLVENDO A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO FAZER DOCENTE	26
2.4 MOVIMENTOS EM DIREÇÃO À EDUCAÇÃO 4.0	29
2.5 O HIBRIDISMO TECNOLÓGICO COMO OPORTUNIDADE PARA A MEDIAÇÃO DOS ENCONTROS EDUCACIONAIS	32
3 METODOLOGIA	41
3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA	41
3.2 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA	42
4 ANÁLISE DOS DADOS	48
4.1 SISTEMAS ESPECIALISTAS NA EDUCAÇÃO: TÉCNICAS DE IA PARA UM ENSINO E APRENDIZAGEM CONTEMPORÂNEOS	56
4.1.1 Personalização do ensino: o estudante e a subjetividade	57
4.1.2 Algoritmos de aprendizagem: monitoração e <i>feedbacks</i> constantes e construtivos	59
4.1.3 Simulação interativa: linhas de pesquisa conexionista e simbólica	61
4.2 CULTURA DIGITAL NA EDUCAÇÃO: CONECTIVIDADE E VIRTUALIZAÇÃO COMO ESTILO DE ENSINO E APRENDIZADO	62
4.2.1 Ator pedagógico: o papel do professor e o hibridismo tecnológico	65
4.2.2 Modelagem e representação do conhecimento: domínios de ensino e aprendizado	68
4.2.3 Equipe multidisciplinar: características formativas para inspirar o estudante	70
4.2.4 IA e o estudante: algoritmos de aprendizagem para o desenvolvimento de habilidades e competências	73
CONSIDERAÇÕES FINAIS	79
REFERÊNCIAS	84

1 INTRODUÇÃO

Minha descoberta como docente ocorreu de maneira inusitada. Iniciei a trajetória acadêmica no curso de Administração, em 2007. No decorrer desse período, sempre tive a certeza de que escolhera o curso certo, pois o estudo da administração me encanta. Foram longos anos de estudo, nos quais intercalava graduação e trabalho, este sempre voltado a um segmento da administração.

Por ser uma pessoa motivada pela busca por novos desafios, surgiu-me a oportunidade de estagiar na Assistência Social do município de Veranópolis, momento em que pude viver a experiência de acompanhar mais de perto a vulnerabilidade social e seus desafios. Com a chegada de um programa governamental no ano de 2013, denominado PRONATEC, sobreveio a demanda por profissionais de diversas áreas de atuação que tivessem a competência para trabalhar com uma vasta cartela de cursos profissionalizantes ofertados para o público-alvo usuário dos benefícios sociais vinculados à assistência social.

Diante disso, e por meio de parceria entre governo, Senac e Assistência Social, surgiu a oportunidade de ministrar o primeiro curso profissionalizante na área da administração; o curso de recepcionista, que contemplava uma carga horária de 180 horas/aula. Considero esse momento o marco divisor da minha trajetória profissional, pois, de forma inesperada, fui surpreendida por uma colega de trabalho formada em pedagogia, a qual me fez o convite para assumir esse novo desafio, pois ela acreditava que eu seria capaz de conduzir com competência o novo projeto.

Por nunca ter vislumbrado a experiência de ministrar algum curso específico ou palestra, resisti por inúmeras vezes ao convite. Certo dia, após amadurecer a ideia e me sentir apoiada pela visão da colega, decidi encarar uma nova experiência. A partir de então, a sala de aula começou a me encantar e, a cada dia que eu passava com minha primeira turma de recepcionistas, pude descobrir o que realmente me fazia feliz profissionalmente. Os encontros aconteciam três tardes por semana, divididos em dois momentos de duas horas cada. O tempo passava tão rápido que era imperceptível. Lembro-me de que adquiri um caderno espiral, no qual continha todas as atividades e conteúdos com que eu trabalhava em cada encontro, seguindo um cronograma que me foi passado. Quando a coordenadora do Senac me ensinou a preencher o meu primeiro diário de classe, prontamente eu peguei o meu caderno de anotações e ela disse: parece um diário! Esse diálogo foi inspirador para mim.

O contato e a interação com as novas pessoas que tive o privilégio de conhecer fez com que a florescessem sentimentos de compaixão, respeito e humildade de uma forma tão

profunda que pude perceber o quanto eu aprendia ensinando. Abracei a oportunidade com tanto esmero que me sentia realizada em planejar cada encontro, realizar buscas na internet, retirar livros na biblioteca da universidade, preparar o material e a dinâmica dos encontros. A partir desse momento, novas demandas profissionalizantes foram surgindo e me dediquei integralmente aos cursos vinculados ao Senac.

Dividia meu tempo em cursar minha graduação e ministrar a oferta dos cursos que compunham o segmento da administração, para adolescentes e adultos que buscavam na educação uma nova leitura de mundo. Por um período de cinco anos tive a oportunidade de trabalhar, conduzir, conhecer e formar pessoas maravilhosas que passaram pelo meu caminho nessa instituição.

Concluí o Bacharelado em Administração no segundo semestre de 2017 e, em seguida, ingressei na Universidade Leonardo Da Vinci, assumindo a Pós-Graduação *lato sensu*, Tecnólogos em Gestão e Bacharelado em Administração. Com vistas a me qualificar e poder oferecer um ensino de melhor qualidade, em seguida iniciei a Pós-Graduação *lato sensu* em Docência no Ensino Superior. Esse estudo aproximou-me ainda mais da docência, momento em que pude voltar meu olhar à constituição de um professor para ingressar em uma sala de aula. Da mesma forma, concluí a especialização em Administração de Pessoas e em Gestão e Tutoria na Educação a Distância (EAD).

Durante todo esse período, de descoberta até hoje, sempre tive o sonho de cursar o Mestrado em Educação, visto que acredito ser de suma importância a aproximação de conceitos, autores, pesquisadores e experiências que podem corroborar com as práticas e o uso de recursos que mediam os encontros, bem como humanizar ainda mais o relacionamento entre o corpo docente e o estudantil, de modo a gerar novos conhecimentos e expandir meu olhar para uma concepção, não só cognitiva, mas também cívica, pois, segundo Freire (2015, p. 25), “ensinar inexistente sem aprender e vice-versa”. Hoje, ao ter esta oportunidade, reitero o meu propósito de seguir no caminho da educação e promover ensino e aprendizado que venham a atender às novas necessidades sociais.

Diante da minha trajetória como educadora, percebi uma constante transformação no que tange à chegada das tecnologias digitais como um fator externo que pode contribuir significativamente com os processos educativos, os quais refletem na amplitude de vida do indivíduo. Como diz Freire (2015, p. 74), “o mundo não é. O mundo está sendo”. Nessa perspectiva, a fim de contribuir com o constante aprimoramento, a inteligência artificial pode ser um fator importante para a manutenção de pessoas e de etapas que dela necessitam com vistas a uma interação cada vez mais próxima, estabelecendo um elo para o constante

desenvolvimento de indivíduos que, diariamente, mantêm uma capacidade técnica de gerenciamento dessa ferramenta como sendo um novo hábito de vida.

Busca-se ressaltar que, para que tal interação aconteça, há necessidade significativa da busca pelo aprendizado e desenvolvimento contínuo, a fim de que se exerçam competências e habilidades técnicas e atitudinais capazes de suprir essa demanda específica do novo movimento contemporâneo. Como tutora externa, em meio à condução dos encontros presenciais das turmas de Administração, uma inquietação começou a me perseguir: como preparar o estudante para este movimento contemporâneo permeado pelo uso dos recursos da inteligência artificial? Essa nova exigência pelo desenvolvimento de pessoas parece fazer com que as escolas busquem o aprimoramento em seus métodos tradicionais de ensino e passem a incluir novas metodologias que possam preparar, psicologicamente e tecnicamente, futuros profissionais capacitados a interagir de forma eficiente com a inteligência artificial.

Percebe-se o constante crescimento e os benefícios que a inteligência artificial traz para o mundo globalizado. Uma linha tênue separa o pensamento e o preparo tradicional dos novos e avançados recursos de ensino e aprendizagem que irão refletir na construção de um novo indivíduo social. As escolas podem abrir seus horizontes e romper paradigmas de estudo, com o intuito de ampliar a visão e preparar cidadãos aptos a entender e gerenciar novas informações. Segundo Lévy (1999, p. 1), “toda e qualquer reflexão séria sobre o devir dos sistemas de educação e formação na *cybercultura*, deve apoiar-se numa análise prévia da mutação contemporânea da relação com o saber”. É nessa perspectiva que as escolas poderiam ajustar e inserir em seus modelos de estudo, meios que despertem e desenvolvam no estudante as competências e as habilidades técnicas voltadas ao uso da inteligência artificial nos processos contemporâneos em sua totalidade.

De acordo com Frigotto (1998, p. 102), os trabalhadores demonstram falta de clareza quanto “às opções concretas de formação profissional para a aquisição de novas habilidades e conhecimentos”, o que incide na formação de uma sociedade desigual e injusta. De fato, durante o período de pandemia causado pela Covid-19, 46% das empresas brasileiras aderiram ao *home office* como meio de trabalho. De acordo com o *site* Agência Brasil¹, em pesquisa realizada pela Fundação Instituto de Administração (FIA), identificou-se que as empresas estimam manter o trabalho em casa para até 25% do quadro de colaboradores após o término da pandemia.

¹ Disponível em:

<https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2020-07/home-office-foi-adotado-por-46-das-empresas-durante-pandemia#:~:text=O%20trabalho%20em%20casa%20foi,Pessoas%20na%20Crise%20covid%2D19.&text=No%20setor%20de%20com%C3%A9rcio%20e,o%20percentual%20ficou%20em%2052%25>. Acesso em: 29 set. 2020.

Notoriamente, destaca-se, também, a importância da manutenção dessas pessoas como profissionais ativos e empregáveis, que permaneçam em destaque pela busca incessante do desenvolvimento contínuo para atender uma sociedade cada vez mais imersa tecnologicamente. Conforme Frigotto (1998, p.105):

Como consequência da dinâmica das inovações técnicas e organizacionais [...] uma perspectiva de formação para o trabalho que pretenda ultrapassar a visão pragmatista de adequação da força de trabalho às necessidades da modernização econômica deve apontar, simultaneamente, para as dimensões profissional e política. O que significa superar a compartimentalização entre o mundo do trabalho e o mundo cultural, integrando os diferentes saberes e preparando os indivíduos para atuar na esfera do trabalho e da cidadania.

Cabe às escolas serem estruturas-base que sustentam a educação e promovem a esperança de um futuro promissor para o seu corpo discente, identificando recursos e estratégias para fomentar e desenvolver o estudante, a fim de que este esteja preparado para atender uma nova cultura tecnológica movida pela inteligência artificial.

Como pesquisadora, destaco a necessidade de problematização e de obtenção de conhecimento de práticas educacionais progressistas para o ensino e a aprendizagem. Trata-se de contemplar processos que busquem desenvolver as competências e as habilidades do estudante para uma educação emancipatória, objetivando práticas e manuseando tecnologias compostas pelo sistema inteligente. Com o intuito de promover um aprendizado personificado de modo a aprimorar as competências e habilidades individuais e coletivas, essa tendência busca relacionar o modelo tradicional de ensino e aprendizado aos novos modelos vigentes de educação e, assim, acompanhar as diretrizes curriculares e delas valer-se como estímulo para o desenvolvimento contínuo de todo o corpo docente e discente, impactando na formação da identidade do sujeito com a totalidade.

Atuante na área da educação como orientadora educacional, surgiram-me questionamentos decorrentes das práticas tradicionais de ensino associadas ao novo contexto escolar emergente. Com o devir da tecnologia inteligente que busca auxiliar o processo educacional, foi possível perceber a relação existente entre a educação e o reflexo na construção de indivíduos autônomos e perceptíveis às contradições sociais. A partir desse momento, pude questionar-me o quanto o modelo atual de educação, distante do uso dos recursos da inteligência artificial, pode impactar na formação e preparo do estudante como um indivíduo capacitado e inserido no contexto social e profissional. O progresso tecnológico pode agregar às práticas educativas existentes e potencializar habilidades e conhecimentos essenciais para os novos modelos emergentes de qualificação, em que professor e estudante atualizam seus saberes

continuamente. Como diz Crochik (1998, p. 69), “se vivemos em um mundo no qual a ciência e a tecnologia constituem a base do progresso social, necessitamos preparar o aluno para que possa contribuir com esse progresso”.

Todo o sonho exige um esforço maior. Comigo não foi diferente! Estabeleci prioridades e desenvolvi novos hábitos para o meu cotidiano. No início, ainda inocente de tamanha grandiosidade que seria escrever uma dissertação, escolhi o sofá como primeiro ambiente de trabalho. Digo o sofá pois tenho uma limitação de espaço e não possuía uma mesa em que eu pudesse apoiar a ferramenta e os materiais de estudo; logo, o sofá era amplo o suficiente para atender minha necessidade. Mas, como viver é uma eterna descoberta, chegou o momento de adquirir uma pequena estação de trabalho, móvel e dobrável, trazendo conforto, praticidade e organização para continuar a escrita. Durante um determinado período, o ambiente de casa suportou a carência de espaço. No entanto, precisava dividir a sala com a família, e os diálogos e ruídos prejudicavam a minha concentração. Sendo assim, decidi fechar a sacada e transferir meus materiais e ferramentas de trabalho para lá! Era o único lugar passível de alteração de *layout* e que deu muito certo! Isolada, mas presente ao mesmo tempo, pude manter o foco e dar sequência aos estudos.

Diante de tudo isso, a pesquisa intitulada “A inteligência artificial como prática mediadora para o ensino e aprendizagem na educação” apresenta o seguinte problema de pesquisa: quais as características que permeiam o uso das técnicas de inteligência artificial como prática mediadora para o ensino e a aprendizagem? O objetivo principal desta investigação é identificar as características que permeiam o uso das técnicas de inteligência artificial como prática mediadora para o ensino e a aprendizagem. Para tanto, estabeleceram-se os seguintes objetivos específicos: selecionar estudos referentes ao objeto de pesquisa; descrever os elementos que permeiam a constituição de um sistema especialista; identificar e analisar as competências e habilidades que o estudante pode desenvolver ao interagir com a inteligência artificial.

De modo a responder ao problema de pesquisa e atender ao objetivo geral, apresentei, na Introdução, minha trajetória pessoal, acadêmica e profissional.

Na sequência, apresento o capítulo sobre a Fundamentação Teórica. Destaco a pertinência desta seção quanto à escolha dos principais autores que embasaram o decorrer de todo este estudo. O movimento de reconhecer a relação entre os pesquisadores que se articulam com o objeto de estudo, pode contribuir com a produção do conhecimento embasado de forma científica. A seguir, discorro sobre a Metodologia utilizada para a construção deste trabalho. A definição do delineamento desta pesquisa se deu em decorrência da curiosidade crítica e

reflexiva da autora a fim de detalhar as características dos elementos que constituem um sistema especialista, bem como poder reconhecer os possíveis ganhos potenciais que o uso dessa técnica vinculado à educação, poderá proporcionar. No capítulo quatro apresento a Análise dos Dados e, nesse sentido, desenvolvi a construção de uma síntese integradora a qual constituiu a formação de um novo texto, embasado nos resultados de pesquisas advindas de um estudo minucioso e científico com o propósito de amparar as descobertas. Para encerrar, apresento as considerações finais.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Com o advento da tecnologia, surgem novas formas de comunicação com o mundo e, possivelmente, entre outras coisas, novas formas de construção de conhecimento. Sistemas e ferramentas digitais trazem ao mundo globalizado novos meios de interação, de modo a sofisticar e acompanhar a tendência tecnológica como um devir coletivo. Essa nova era de transformação digital poderá exigir das escolas uma adaptação nas práticas tradicionais de ensino e aprendizagem, as quais busquem constituir uma sociedade capacitada para as novas demandas sociais.

2.1 EDUCAÇÃO E TECNOLOGIAS DIGITAIS: INSERÇÃO DA ESCOLA NA CULTURA DIGITAL

O progresso da tecnologia como um instrumento intelectual tende a transformar a educação. De acordo com Lévy (2001, p. 114), “a tecnologia serve para a mobilização permanente das pessoas e das coisas”. Nesse sentido, um novo meio de ensinar e aprender está sendo formado. Diante do deslocamento do modelo de educação tradicional para a flexibilização das escolas em inserir a cultura digital em suas práticas pedagógicas, é possível que a disseminação do conhecimento unilateral passe a ser compartilhado por redes digitais. Conforme Dowbor (2009, p. 60), “o essencial é que o conhecimento não está mais apenas na minha cabeça (eu, como professor). O conhecimento é um acúmulo social planetário e está disponível nas ondas eletromagnéticas”.

A oportunidade de cruzar saberes enriquece a humanidade (DOWBOR, 2009). A partir da possibilidade de potencializar as capacidades cognitivas advindas de um ciclo de redes digitais inteligentes, espera-se que ocorra o enriquecimento da capacidade intelectual do estudante. Com a promoção do desenvolvimento das tecnologias inteligentes surge, também, um novo indivíduo social, o qual almeja constituir-se em uma sociedade que busca pela receptividade das escolas em incluir a cultura de rede para o desenvolvimento das capacidades e descoberta de expressões inatas que possam contribuir para uma formação participativa. Dowbor (2009, p. 60) explicita a esse respeito que:

[...] as ondas eletromagnéticas são públicas, ninguém é dono delas. Então, a base tecnológica é uma base social – a infraestrutura desses processos – diferentemente de um livro em que você tem que ter comprado a madeira, que foi transformada em papel, enfim, o conjunto do processo da produção de um bem físico. Essa desmaterialização torna possível a conectividade planetária de todo o conhecimento acumulado.

Essa dissociação nos métodos alternativos de ensino e aprendizagem tendem a desenvolver habilidades e competências pertinentes ao novo contexto de sociedade transformadora. Segundo a Base Nacional Comum Curricular (2019, p. 6), competência é “a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos) e habilidades (práticas cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho”. Para que o uso dos recursos tecnológicos venha a contribuir com o conjunto de aprendizagens essenciais para uma educação cívica e cognitiva, faz-se “necessário estar à altura de aproveitar e explorar, do começo ao fim da vida, todas as ocasiões de atualizar, aprofundar e enriquecer estes primeiros conhecimentos, e de se adaptar a um mundo em mudança” (DELORS, 2003, p. 89).

Diante dessa prospecção, a introdução da cultura de rede às práticas pedagógicas poderá embasar-se em torno dos quatro pilares que regem a educação, tencionando o fortalecimento do desenvolvimento e da aprendizagem fundamental para a participação ativa do indivíduo na sociedade. Para Delors (2003, p. 89), “a educação deve transmitir, de fato, de forma maciça e eficaz, cada vez mais saberes e saber-fazer evolutivos, adaptados à civilização cognitiva, pois são as bases das competências do futuro”. Dessa forma, os pilares do conhecimento poderão ser trabalhados com maior objetividade se associados a entidades computacionais que constituem a revolução tecnológica na modernidade. Delors (2003) destaca as quatro aprendizagens da educação:

Aprender a conhecer: Visa que cada um aprenda a compreender o mundo que o rodeia, para viver dignamente, para desenvolver as suas capacidades profissionais, para comunicar, conhecer e descobrir, de modo a adquirir autonomia na capacidade de discernimento.

Aprender a fazer: Mais ligada à formação profissional, remete ao ensinamento do aluno em colocar em prática o seu conhecimento e adaptar a educação ao futuro do trabalho para novas profissões geradoras de emprego e renda.

Aprender a viver juntos, aprender a viver com os outros: Essa aprendizagem destaca o ensinamento da não-violência para lutar contra os preconceitos que geram conflitos, favorecendo a harmonia e o respeito nas relações humanas.

Aprender a ser: Preparação do indivíduo na sua totalidade, espírito e corpo, inteligência, sensibilidade, sentido estético, responsabilidade pessoal e espiritualidade, para o desenvolvimento da autonomia e criticidade para formular seu próprio juízo de valor.

Em decorrência da expansão das tecnologias digitais, pode ser possível que novas competências e habilidades venham a modificar padrões operacionais existentes e substituir métodos lineares por concepções inéditas providas de maior assertividade na tomada de decisão, velocidade de informação e foco na resolução dos diversos problemas sociais. Nessa

concepção, a interação híbrida poderá explorar as quatro aprendizagens fundamentais da educação, de modo a desenvolver as características do estudante de forma ativa, sendo um recurso dinâmico que se difere do modelo tradicional e generalista de ensino. Delors (2003, p. 90) afirma que:

Uma nova concepção ampliada de educação devia fazer com que todos pudessem descobrir, reanimar e fortalecer o seu potencial criativo – revelar o tesouro escondido em cada um de nós. Isto supõe que se ultrapasse a visão puramente instrumental da educação, considerada como a via obrigatória (saber-fazer, aquisição de capacidades diversas, fins de ordem econômica), e se passe a considerá-la em toda a sua plenitude: realização da pessoa que, na sua totalidade, aprende a ser.

A partir da possibilidade de conversão das práticas tradicionais de educação, pode ser possível criar novos paradigmas relacionados à vivência da *cibercultura* nas escolas. Lemos (2009, p. 136) define *cibercultura* como sendo “a cultura contemporânea, onde os diversos dispositivos eletrônicos digitais já fazem parte da nossa realidade”. Desse modo, é plausível a apropriação de dispositivos inteligentes que venham romper dicotomias de ensino e aprendizagem massificados e potencializar o uso das estruturas em rede para a obtenção de um novo padrão educacional², visando o complemento da aplicação dos quatro pilares do conhecimento na educação “como uma experiência global a levar a cabo ao longo de toda a vida, no plano cognitivo como no prático, para o indivíduo enquanto pessoa e membro da sociedade” (DELORS, 2003, p. 90).

Trata-se de uma nova concepção de ensino e, nesse sentido, poderá ocorrer a interlocução das tecnologias inteligentes, com o intuito de gerar uma educação que ofereça maior significado, transformando sentidos por meio do compartilhamento em rede. A transmissão dos saberes é mapeada por intermédio da capacidade de retroalimentação da máquina, a qual estabelece uma relação de ensino híbrido que, segundo Simões (2009, p.114), significa:

Entender, experimentar e implementar um novo ciclo de redes que temos, chamado de redes híbridas, redes que vão ser ao mesmo tempo a internet que está aí, mais uma internet especial para certos usos segregados que vai poder unir pontos distantes um a um, dois a dois, n a n para determinar essas aplicações.

Atentos ao novo contexto que envolve as transformações globais, ministérios e centros de inovação em educação buscam promover uma análise rigorosa para a reconfiguração do

² Devido à pandemia causada pela covid-19 em nosso país, reconhece-se a situação de ensino aplicada atualmente nas escolas; no entanto, esse assunto não é o objetivo principal desta pesquisa.

currículo escolar. Segundo Freire (2015, p. 68), “a educação é gnosiológica, é diretiva, por isso política, é artística e moral, serve-se de meios, de técnicas, envolve frustrações, medos e desejos”. Nessa concepção, as diretrizes escolares que norteiam a elaboração do plano docente poderão incidir em novas práticas de ensino e aprendizagem que objetivem atender esse novo desafio escolar. Nesse sentido, Delors (2003, p.103) considera que, paralelamente,

a própria educação está em plena mutação: as possibilidades de aprender oferecidas pela sociedade exterior à escola multiplicam-se, em todos os domínios, enquanto a noção de qualificação, no sentido tradicional, é substituída em muitos setores modernos de atividade, pelas noções de competência evolutiva e capacidade de adaptação.

A adaptação das escolas frente à inclusão da cultura digital é uma das competências descritas na Base Nacional Comum Curricular, sendo “um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da educação” (BNCC, 2018, p. 7). Com a existência da cultura de rede na educação, há possibilidade de descoberta de habilidades procedimentais e atitudinais que venham a contribuir para uma nova formação humana. Essa relação entre sociedade e tecnologia almeja o desenvolvimento de atividades pedagógicas direcionadas ao modelo do aluno, por meio da interpretação do comportamento do estudante durante o uso com dispositivo em rede, podendo aperfeiçoar o conteúdo curricular de acordo com a curiosidade e interesse do educando em pesquisar sobre determinado tema.

Ressalta-se a importância de as escolas aderirem à cultura digital para fins de evolução humana, com vistas a deixar de lado apenas o consumismo passivo que leva o estudante a meras noções de conhecimento. O estímulo orientado para a prática das tecnologias digitais na educação busca promover uma metodologia que torne o ensino provocativo para o estudante, possibilitando a autoconstrução de seu próprio aprendizado. É por intermédio da interação entre a tecnologia e o estudante que pode ser possível o desenvolvimento de estratégias de ensino que fomentem a capacidade cognitiva e o possibilite a estabelecer associações conceituais, promovendo reflexões críticas e tomadas de decisão para a resolução dos diversos problemas sociais, culturais e políticos, os quais tendem a constituir uma nova era de formação humana. Segundo Delors (2003, p. 156), “o saber pode evidentemente adquirir-se de diversas maneiras e o ensino a distância ou a utilização de novas tecnologias no contexto escolar têm-se revelado eficazes”.

Diante disso, romper com os paradigmas tradicionais de ensino parece ser um grande desafio para os educadores. A perspectiva é que, para que se obtenham ganhos significativos

com aumento do desempenho escolar e habilidades efetivamente desenvolvidas, faz-se necessária uma abertura mental receptiva aos novos e atuais modelos educacionais de tecnologia intelectual. A receptividade de uma nova modelagem educacional pelas instituições de ensino requer, além disso, a expansão visionária frente às necessidades sociais, culturais e profissionais. No ponto de vista de Dowbor (2009, p.60), a educação

é outra área que está parada no tempo, com o que o professor conhece e transmite para alunos, escrevendo em cima da lousa. [...] está gerando um sentimento de frustração nos 60 milhões de pessoas, que são alunos, professores e administradores de educação no Brasil.

Nesse contexto, a obrigatoriedade de adoção pelas escolas quanto ao uso das tecnologias digitais como prática de ensino e aprendizagem, foi introduzida de maneira a atender essa nova necessidade social. Como um meio de abertura ao acesso da informação e da comunicação, o intento é que a tecnologia digital possa favorecer o enriquecimento dos saberes cognitivos e contribuir para a formação das atividades e competências humanas. Diante disso, para que se desenvolva um novo modelo de educação, poderá ser necessário repensar também a respeito da atualização dos saberes e saber-fazer, pois, o conhecimento primário se torna insuficiente no decorrer da vida se esse não evoluir infinitamente. A competência de número cinco da Base Nacional Comum Curricular, define que:

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva (BNCC, 2018, p. 7).

Com vistas a ofertar um novo modelo de ensino e aprendizagem que busque atender o desenvolvimento da competência supracitada, o planejamento das ações pedagógicas tenderá a fortalecer-se na cultura digital. Diante desse contexto, o Centro de Inovação para a Educação Brasileira – CIEB (2018, p. 11) assevera que:

Esta competência se propõe intrinsecamente a tratar do tema da tecnologia com uma proposta atual de uso dos recursos digitais, não somente para o consumo ou para ações passivas, mas atingindo o nível de desenvolvimento de novas soluções e resoluções de problemas.

Com o intuito de incentivar a relação com o dispositivo tecnológico e ampliar as capacidades digitais do estudante, a inserção da tecnologia busca promover uma formação com

competências digitais que atendam a essa transição cultural, pois, conforme a BNCC (2018, p.11):

As decisões pedagógicas devem estar orientadas para o desenvolvimento de competências. Por meio da indicação clara do que os alunos devem “saber” (considerando a constituição de conhecimentos, habilidades, atitudes e valores) e, sobretudo, do que devem “saber fazer” (considerando a mobilização desses conhecimentos, habilidades, atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho), a explicitação das competências oferece referências para o fortalecimento de ações que assegurem as aprendizagens essenciais definidas na BNCC.

É importante ressaltar que, para que ocorra a inserção da escola na cultura digital e para que a sociedade venha a usufruir do direito à informação e ao conhecimento por intermédio dos dispositivos computacionais acessados em redes digitais, seria necessário transcender um esforço coletivo entre as pessoas. Lemos (2009, p. 149) afirma que “está na constituição o direito à informação, é um bem inalienável ao povo. Então, ele tem um dever fundamental de garantir às pessoas o acesso a essa informação e a possibilidade de produção de conteúdo e de compartilhar esse conteúdo”.

Essa junção de esforços pode promover o advento de condições de infraestrutura social para a obtenção dos recursos necessários vindos do Estado, de modo a concretizar-se em um direito constitucional.

2.2 PROCESSOS EDUCACIONAIS E A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

O avanço na ciência da computação trouxe recursos advindos da IA para solucionar problemas antes dependentes da capacidade humana. Conforme Russel e Norvig (2013, p. 60), “um problema do mundo real é aquele cujas soluções de fato interessam às pessoas”. Por se tratar de um sistema que contempla a capacidade cognitiva por meio da captação, interpretação e atuação dos agentes inteligentes compostos por algoritmos e procedimentos de tomada de decisão, novas contribuições nas práticas de ensino e aprendizagem poderão ganhar ênfase. A fim de potencializar a educação com foco no desempenho e no aprimoramento das competências e habilidades do estudante, a perspectiva é engendrar o estudante para o protagonismo do seu próprio aprendizado. Nesse viés, Freire (2015, p. 55) afirma que:

A autonomia vai se constituindo na experiência de várias, inúmeras decisões, que vão sendo tomadas [...]. A autonomia, enquanto amadurecimento do ser para si, é processo, é vir a ser. É neste sentido que uma pedagogia da autonomia deve estar centrada em experiências estimuladoras da decisão e da responsabilidade.

Nesse sentido, os dispositivos materiais que comportam uma rede de interfaces específicas para o domínio generalista da captação e interpretação de informações podem corroborar os métodos de ensino e aprendizagem atuais presentes na educação. Segundo Kuramoto (2009, p. 264), “a interface vai existir em todos os níveis, existe dentro da tecnologia, no campo das ideias, nas relações humanas”. Com o intuito de promover uma aprendizagem autônoma e responsável, as redes neurais digitais buscam desenvolver uma interação híbrida para que novas concepções educacionais possam surgir.

Atualmente, com o surgimento da inteligência artificial, *softwares* programados para contribuir com o crescimento das potencialidades humanas e didáticas, bem como aprimorar processos de aprendizagem unilaterais e descontextualizados, podem auxiliar no desenvolvimento cognitivo e perfilar características de comportamento e habilidades primordiais para um novo movimento contemporâneo. A esse respeito, Sacristán (1998, p. 69) afirma que “a aprendizagem é um processo de transformação mais do que de acumulação de conteúdos”.

Diante dessa perspectiva, a transformação do ensino promete estruturar um novo cenário educacional. Novas tecnologias intelectuais de ensino e aprendizagem vêm ofertar a potencialização do saber articulado à modificação das funções cognitivas humanas. Conforme Palacios (2009, p. 255), “o que ocorre em grande medida em situações de transformações como a que estamos vivendo são recombinações, estabelecimento de novas relações de diferentes formatos expressivos”.

A aceitação dessa nova sociedade social e cultural reflete na mudança qualitativa dos processos de aprendizagem. Composto por tecnologias intelectuais, esse modelo de ensino contempla o desenvolvimento das capacidades cognitivas que buscam constituir um novo indivíduo na sociedade. De acordo com Lévy (1999, p. 172), “é a transição de uma educação e uma formação institucionalizadas (a escola, a universidade) para uma situação de troca generalizada dos saberes, o ensino da sociedade por ela mesma, de reconhecimento autogerenciado, móvel e contextual das competências”.

A possibilidade de caracterizar a aprendizagem de acordo com o perfil de cognição do estudante busca oferecer um modelo específico de ensino vinculado à potencialização das capacidades de ensinar e aprender na educação. A tecnologia que comporta um sistema inteligente pode estabelecer uma relação híbrida por meio de associações cognitivas concernentes ao comportamento humano, podendo contribuir com o aprimoramento intelectual do estudante por intermédio do mapeamento das atividades intelectuais, a tempo de transformar

dificuldades de aprendizagem em fatores de desenvolvimento cognitivo permanente. No que tange às funções cognitivas humanas, Lévy (1999, p. 157) considera “memória (banco de dados, hiperdocumentos, arquivos digitais de todos os tipos), imaginação (simulações), percepção (sensores digitais, telepresença, realidades virtuais), raciocínios (inteligência artificial, modelização de fenômenos complexos)”.

A renovação das habilidades e competências adquiridas no novo trajeto escolar através da implantação de programas que suportem o uso de sistemas inteligentes, os quais são capazes de reconhecer a evolução dos saberes cognitivos integrados a uma formação progressista com ênfase na resolução de problemas do cotidiano, visa engendrar indivíduos de conduta dinâmica. O desenvolvimento de determinadas habilidades pode expandir o capital intelectual do estudante e compor uma sociedade com um novo acervo cultural. Essa integralização das redes digitais compostas por interfaces inteligentes pretende interpretar o modelo do aluno. De acordo com Vicari (2018a, p.67):

O modelo do aluno contém informações a respeito do aluno: como ele aprende sobre seu estado emocional ou sobre seu conhecimento a respeito do assunto que está sendo abordado (modelo cognitivo), suas preferências (perfil de aprendizagem), seu desempenho em atividades educacionais e traços de sua personalidade.

O propósito é dispor de conteúdos específicos e, ao mesmo tempo, desafiadores, para que as competências e habilidades sejam trabalhadas de forma dinâmica, simultaneamente perfiladas para uma educação formativa. Segundo Lévy (1999, p. 132), “para inventar a cultura do amanhã, será preciso que nos apropriemos das interfaces digitais”. O desenvolvimento de novas habilidades técnicas e comportamentais podem constituir um indivíduo capacitado a contribuir de forma significativa para a sociedade em que está inserido, sendo capaz de estabelecer associações traduzidas com maior assertividade para a resolução dos problemas sociais. Freire (2015, p. 38) afirma a importância da educação para a resolução dos diversos impasses sociais, pois, “a desproblematização do futuro, não importa em nome de quê, é uma violenta ruptura com a natureza humana social [...]”.

Nessa perspectiva, a educação é base primordial para o desenvolvimento do homem como um ser social, humanizado e civilizado, pois, conforme Freire (2015, p. 54), homens e mulheres reconhecem a sua própria inconclusão e o quanto se faz necessária a “inserção do sujeito inacabado num permanente processo social de busca”. Como método formador, a educação transforma o ser humano e isso é o princípio de tudo, visto que “é na inconclusão do ser, que se sabe como tal, que se funda a educação como processo permanente” (FREIRE, 2015,

p. 57). É nesse sentido que as escolas podem buscar rever suas práticas de ensino e aprendizagem atuais e romper paradigmas de metodologias tradicionais e conceitos únicos de projeção escolar³. Para Sacristán (1998, p. 61), “o aluno entra progressivamente em contato com os produtos mais elaborados da ciência, do pensamento e da arte, com a finalidade de incorporá-los como instrumentos valiosos para a análise e solução de problemas”. Não obstante, a escola é o cenário que busca formar o cidadão para uma vida ativa e autônoma, promovendo pessoas de análise crítica, criativas e abertas ao novo, descobrindo novas habilidades por intermédio de vivências de aprendizagem significativa, contribuindo para a construção de indivíduos que venham a atender uma sociedade em plena transformação. Como afirma Sacristán (1998, p.62):

Para provocar na aula a transferência de competências e conhecimentos do professor/a para o aluno/a, é imprescindível criar um espaço de conhecimento compartilhado. Nesse espaço, as novas posições da cultura acadêmica vão sendo reinterpretadas e incorporadas aos esquemas de pensamento experiencial prévios do próprio aluno/a e também que suas pré-concepções experienciais, ao serem ativadas para interpretar a realidade e propor alguma solução dos problemas, manifestem suas deficiências em comparação com as proposições da cultura acadêmica.

Diante dessa visão, os encontros em salas de aula devem atender uma necessidade social, a qual busca desenvolver competências e habilidades que acompanhem a evolução e a transformação coletiva de pessoas em um cenário extremamente globalizado, que busca atender às novas demandas sociais com agilidade, rapidez e assertividade em seus processos. Para isso, “a aprendizagem deve desenvolver-se num processo de negociação de significados” (SACRISTÁN, 1998, p. 61). Dessa forma, “[...] encara a tecnologia educacional como uma utilização estratégica e consciente de princípios, métodos e técnicas que possam contribuir para a reorientação e melhoria do ensino, dentro de uma perspectiva globalizante, histórica e crítica” (MAZZI apud CROCHIK, 1998, p. 111).

A transformação contemporânea nos espaços do conhecimento traça novos modelos educacionais de ensino. Segundo Dowbor (2009, p. 60), “[...] da mesma maneira como a cultura muda, de forma geral (no seu conceito organizacional e econômico), a educação vai ter que mudar”. Como um processo globalizado, a ideia de adaptar o ensino aos novos recursos tecnológicos existentes para uma educação progressista tende a fortalecer o desenvolvimento cognitivo e renovar as habilidades de comportamento do estudante. Estabelecer novas relações com o saber poderá possibilitar a expansão do acervo cultural e promover um ensino adaptado

³ Como exemplo, temos o modelo de educação emergencial para o período da pandemia causada pela Covid-19 em nosso país.

às características individuais de aprendizagem, maximizando o desempenho escolar e potencializando as competências do estudante na mesma velocidade da transformação cultural. Lévy (1999, p. 158) assevera que, “a partir de agora, devemos preferir a imagem de espaços de conhecimentos emergentes, abertos, contínuos, em fluxo, não lineares, se reorganizando de acordo com os objetivos ou contextos, nos quais cada um ocupa uma posição singular e evolutiva”.

Diante disso, há possibilidade de construção de uma nova proposta para a educação, formalizando os espaços, de modo a mediar os encontros presenciais às técnicas de IA para fomentar um ensino personalizado, oportunidade em que a associação de novas práxis educativas poderá trazer ganhos adicionais no aprendizado do estudante. Conforme Sacristán (1998, p.62):

O movimento progressista, consciente da debilidade e deficiência do modelo tradicional, esquece-se das disciplinas e da cultura organizada e se detém exclusivamente no estado do aprendiz e nos processos de seu desenvolvimento espontâneo como consequência de seu intercâmbio com o meio.

A possibilidade de apropriação dos dispositivos da IA viabiliza transmutar a maneira como ensinamos, aprendemos e reagimos a determinadas situações do cotidiano e que exigirão o aumento do conhecimento nas áreas dependentes da ciência da computação. Essa oportunidade que surge para as escolas se apropriarem das tecnologias inteligentes busca oferecer a formação de uma nova condição humana, fomentando a capacidade de relação e interpretação de informações fornecidas pelas máquinas sencientes. Torna-se, assim, um conjunto de saberes que farão parte da nova projeção escolar para potencializar a capacidade de cognição e promover a expansão intelectual do educando, podendo qualificá-lo para o novo movimento da contemporaneidade.

2.3 INSERÇÃO DE PRÁTICAS EDUCATIVAS ENVOLVENDO A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO FAZER DOCENTE

Como incentivo ao aprimoramento das práticas educativas, os sistemas inteligentes poderão pautear um ensino amparado na aprendizagem ativa do estudante, interpretando os movimentos cognitivos, a fim de estabelecer associações de ensino para a promoção do conhecimento em tempo real. Segundo Vicari (2018a, p. 14), “no campo da educação, a IA tem sido utilizada, prioritariamente, em Sistemas Tutores Inteligentes (STIs), [...] com o objetivo de

ampliar o acesso ao conhecimento, bem como favorecer a personalização do processo de ensino-aprendizagem”.

Ao desenvolver a construção da pesquisa sobre o tema de estudo citado, é pertinente destacar as correntes de pensamento que embasaram o surgimento da IA como sistema computacional que tende a simular a inteligência humana. Publicamente, “a IA nasceu em 1956 com uma conferência em Dartmouth College, NH, USA”. (BITTENCOURT, 1998, p. 51). O principal objetivo da IA, de acordo com Bittencourt (1998, p. 51), é “tornar os computadores mais úteis e compreender os princípios que tornam a inteligência possível”. Desse modo, Bittencourt (1998, p. 51) caracteriza a IA como sendo “[...] a parte da ciência da computação que compreende o projeto de sistemas computacionais que exibam características associadas, quando presentes no comportamento humano, à inteligência”.

A progressão das pesquisas identificou duas linhas principais que suportaram a ideia para a construção dos sistemas inteligentes. Bittencourt (1998, p. 51) apresenta as linhas conexionista e simbólica:

A linha conexionista visa à modelagem da inteligência humana através da simulação dos componentes do cérebro, isto é, de seus neurônios, e de suas interligações. [...] o modelo conexionista deu origem à área de redes neurais artificiais. A linha simbólica segue a tradução lógica e [...] estabeleceu a manipulação simbólica de um grande número de fatos especializados sobre um domínio restrito como o paradigma corrente para a construção de sistemas inteligentes do tipo simbólico.

Nessa concepção, as pesquisas delinearam uma trajetória incansável de modelos e testes que pudessem contribuir com as descobertas relacionadas ao uso da inteligência artificial para a solução de problemas e reforço no desenvolvimento das atividades que necessitavam da capacidade humana para a sua resolução. A comunidade responsável pelas pesquisas voltadas a esse tema pode associar a teoria da IA ao conhecimento cognitivo necessário à capacidade de interpretação da máquina, em que Bittencourt (1998, p. 77) afirma que “a capacidade cognitiva inclui atividades tais como solução de problemas, uso de linguagem, tomada de decisões, percepção e alguns elementos de controle motor, principalmente no que diz respeito ao planejamento de trajetórias”. Por meio da inferência dos dados e informações alimentadas no sistema inteligente é que ocorre o processo de construção da capacidade cognitiva da máquina. A esse processo Bittencourt (1998, p.78) apresenta duas divisões, que define como a base de conhecimento e motor de inferência, assim discriminado:

O motor de inferência corresponde a um mecanismo [...] capaz de, a partir da descrição de uma situação e da base de conhecimento, gerar novos conhecimentos

declarativos, que serão, por sua vez, armazenados na base de conhecimento e, eventualmente, utilizados como instruções para ação. A base de conhecimento contém a informação específica sobre o domínio e será tão complexa quanto a capacidade cognitiva a ser simulada.

Por meio dessa compilação entre inferência e conhecimento é que o sistema inteligente passa a ter capacidade cognitiva de forma dedutiva. Articulado a conceitos lógicos estruturados em algoritmos formados por objetos, funções e suas relações, podem descrever o estado das coisas e do mundo, tornando-se o ponto de partida que alimenta o sistema e, definidos, segundo Bittencourt (1998, p. 78), “como um componente modular do conhecimento” que conclui, por lógica, um mapeamento de informações para otimizar processos massificados, de forma a conduzir à resolução de problemas com precisão e oferecer suporte em tempo real.

Um progresso nos estudos aplicados à inteligência artificial é o fato de esse sistema possuir agentes capazes de estabelecer conexões por meio da captação dos estímulos do ambiente e promover um ciclo de funções ordenadas habilitadas para a solução dos problemas. De forma autônoma e proveniente de uma habilidade social, as entidades inteligentes funcionam em um ambiente restrito e possuem unidades reativas e cognitivas como parte integrante em seu processo. Bittencourt (1998, p.299) caracteriza um agente da seguinte forma:

Chama-se agente uma entidade real ou abstrata que é capaz de agir sobre ela mesma e sobre o ambiente, que dispõe de uma representação parcial deste ambiente, que, em um universo multiagente, pode comunicar-se com outros agentes, e cujo comportamento é consequência de suas observações, de seu conhecimento e das interações com outros agentes.

Esse sistema composto por agentes computacionais inteligentes integra elementos fundamentais para a concepção do problema. Composto por um sensor que capta estímulos externos do ambiente, o próximo agente é capaz de interpretar essa informação e, assim, agir no ambiente por meio de atuadores. Por intermédio desse ciclo, é plausível que um agente possa, segundo Bittencourt (1998, p. 299), “ser considerado como um meio que produz um certo número de ações a partir dos conhecimentos e mecanismos internos que lhe são próprios”. Composto por modelos de funcionamento distintos, podem-se citar dois agentes especiais identificados como reativos e cognitivos.

A entidade que compõe o sistema inteligente denominado agente reativo funciona por meio de estímulo-resposta. Por não apresentar memória, são incapazes de planejar ações futuras e de comunicar-se com outros agentes, porém adequados para aplicações em tempo real. (BITTENCOURT, 1998). Já os agentes cognitivos comunicam-se entre si e com os outros agentes, possuem memória e planejam ações futuras e, graças ao poder de reconhecimento do

ambiente externo, podem perceber estímulos e comunicar-se com o usuário, sendo que parte desses agentes “tem como objetivo a caracterização formal das atitudes mentais de um grupo de agentes, como objetivos, planos, intenções [...]”. (BITTENCOURT, 1998, p. 300).

Esses modelos buscam desenvolver estruturas matemáticas capazes de simular o comportamento humano por meio de conexões neurais artificiais. O conexionismo, segundo Bittencourt (1998, p. 301), “tem por objetivo investigar a possibilidade de simulação de comportamentos inteligentes através de modelos baseados na estrutura e funcionamento do cérebro humano”. Redes neuronais dotadas de domínios envolventes por uma série de algoritmos tendem a estimular a interação híbrida com ênfase na maximização do desempenho das tarefas aplicadas. No que tange à solução de problemas, Bittencourt (1998, p.302) aponta os benefícios das redes neuronais artificiais:

- a. Capacidade de aprender através de exemplos e de generalizar este aprendizado de maneira a reconhecer instâncias similares que nunca haviam sido apresentadas como exemplo.
- b. Bom desempenho em tarefas mal definidas, onde falta o conhecimento explícito sobre como encontrar uma solução.
- c. Não requer conhecimento a respeito de eventuais modelos matemáticos dos domínios de aplicação.
- d. Elevada imunidade ao ruído [...] o desempenho de uma rede neuronal não entra em colapso em presença de informações falsas ou ausentes, como é o caso nos programas convencionais [...].
- e. Possibilidade de simulação de raciocínio a priori e impreciso, através da associação com a lógica nebulosa.

Esse novo ciclo de ensino e aprendizagem poderia oferecer a permuta de experiências e conhecimentos diagnosticados com antecedência, de forma personalizada, por intermédio da captação de estímulos externos e redes neurais tecnológicas adaptadas ao sistema inteligente da máquina senciente. Essa tendência marca uma transformação cultural, social e política, com vistas a promover capacidades individuais despercebidas naturalmente pelo método tradicional de ensino. Lemos (2009, p. 136), ademais, afirma que “são tecnologias não apenas da transformação material e energética do mundo, mas que permitem a transformação comunicativa, política, social e cultural efetivamente”. Diante desse contexto, através da educação híbrida, tende a perfilar-se um novo indivíduo social.

2.4 MOVIMENTOS EM DIREÇÃO À EDUCAÇÃO 4.0

A partir dessa nova formação progressiva de uma sociedade conectada, a educação poderá mediar suas práticas pedagógicas em torno da cultura digital e das possibilidades de

inserção de dispositivos tecnológicos inteligentes para constituir cidadãos qualificados para uma nova leitura de mundo. A construção de uma nova arquitetura educacional visa aproximar o crescimento social, cultural e político a uma sociedade que emerge pelo progresso tecnológico. Sacristán (1998, p. 68) afirma que “a função da escola e da prática docente é transmitir às novas gerações os corpos de conhecimento disciplinar que constituem nossa cultura”. Nesse sentido, verifica-se o quanto pode ser relevante as escolas adaptarem-se às transformações culturais e aos movimentos globais que despontam na sociedade.

Permitindo uma oportunidade de reconfiguração de espaço e métodos educacionais, surge a educação 4.0 como alternativa para manter uma educação progressista e que impacte na formação de novos indivíduos sociais, com maiores capacidades cognitivas e possibilidade de descobertas distintas por intermédio de novas competências e habilidades ensinadas. De acordo com Gatti (2019, p. 42), esse novo modelo de educação caracteriza-se pela “relação cada vez mais próxima, personalizada e integrada, utilizando os dados para tomadas de decisão rápidas e automáticas, marcada pela integração de sistemas físicos, digitais e biológicos”.

Diante desse contexto, pode ser necessário olhar para dentro da escola, a fim de diagnosticar o que, até o momento, tem sido feito, e olhar para fora, pois, entre o tradicional e massificado modelo de educação, poderemos encontrar notáveis alternativas de readaptação e disrupção criativa, modelada pela utilização de entidades inteligentes.

No momento em que a inclusão digital for reconhecida como uma necessidade social, o controle de acesso poderá migrar para uma abordagem horizontal, em que todos terão acesso a uma educação igualitária. A partir de então, poderá ocorrer a possibilidade de todos produzirem seu próprio conhecimento, construindo uma sociedade de pensamento autônomo, rica em saberes compartilhados e aberta a oferecer soluções para estimular ideias e construções para uma vida plena, eliminando comportamentos que limitam o indivíduo ao mero recebimento de informações. Conforme Delors (2003, p. 106), “o princípio da igualdade de oportunidades constitui um critério essencial para todos os que se dedicam à progressiva concretização das diferentes vertentes da educação ao longo de toda a vida”.

O compartilhamento do conhecimento e a transgressão para a descoberta de novas habilidades técnicas e comportamentais poderão engendrar indivíduos com capacidades específicas para a possibilidade de inserção equitativa no novo mundo contemporâneo. Para isso, Simões (2009, p.110) aponta ser necessário:

Que não houvesse barreiras de infraestrutura para acesso à internet no Brasil. Isto tem que ser compromisso em especial para a educação. As novas gerações devem ter acesso a isto de uma forma assegurada, é preciso garantir a universalização. Isso exige

uma decisão política forte e políticas públicas eficazes, é o que vai liderar o processo. A sociedade tem que reconhecer isso como um valor e cobrar isso, essa discussão tem que ser apropriada. Se tivermos visão da importância do digital, conseguimos que não se crie marcos regulatórios muito fechados que atrasem o desenvolvimento da rede.

Através da tematização de novos cenários educacionais, emerge a possibilidade de conduzir as escolas para uma educação em que o estudante é o centro do processo educativo, a qual busca personalizar o ensino por meio do hibridismo tecnológico, perspectivando a ascensão do saber. De acordo com Simões (2009, p. 110), é necessário “criar o espaço para que isso ocorra e gerar um ambiente adequado com todos os requisitos para que a criação e a geração de conhecimento ocorram”. Mediante a interpretação do modelo do aluno avaliado em tempo presente, é possível direcionar as competências de acordo com a especificidade de cada estudante, traçando novas habilidades para realizar uma mesma tarefa. Como afirma Dowbor (2009, p.61), é necessário que a escola ofereça:

Possibilidade de a gente dar expressão às diversas dimensões que nós temos dentro de nós. Todos nós temos dimensões artísticas, científicas, de relacionamento humano, que são também relações criativas, temos capacidades profissionais de diversos tipos que podem se manifestar. A gente tem que dar espaço para a manifestação desses potenciais.

Por intermédio dos sistemas inteligentes, pode-se acompanhar a evolução da aprendizagem pelo mapeamento individual do estudante, o que possibilita uma educação unificada que reconheça os saberes e interesses individuais para fomentar o compartilhamento do saber como uma ação libertadora. Sacristán (1998, p. 85) afirma que “a virtualidade educativa da intervenção do docente reside em sua capacidade para estimular a participação ativa dos indivíduos e dos grupos na elaboração das próprias estratégias de aprendizagem e troca entre eles e de interação com a realidade e com o conhecimento público”.

Dentro do novo modelo de espaço educacional, o incentivo ao uso das técnicas de inteligência artificial busca promover uma trajetória de ensino personificado, a qual permite tratar componentes cognitivos de acordo com o perfil de cada estudante. O aumento do potencial intelectual é explorado através dos modelos mentais determinantes da cognição e migrados para suportes digitais, com o intuito de compartilhar o conhecimento e, assim, redefinir novos processos inteligíveis passíveis de compartilhamento coletivo. Lévy (1999, p. 165) afirma que:

Para aumentar e transformar determinadas capacidades cognitivas humanas (a memória, o cálculo, o raciocínio especialista), a informática exterioriza parcialmente essas faculdades em suportes digitais. Uma vez que esses processos cognitivos tenham sido exteriorizados e reificados, tornam-se compartilháveis e assim reforçam os

processos de inteligência coletiva.

Através dessa metamorfose tecnológica do saber, é possível que, por intermédio da IA na educação, promovam-se aprendizagens simultâneas, as quais busquem potencializar as capacidades individuais do estudante. Lévy (2001, p. 122) afirma que “ele adquire um conhecimento por simulação do sistema modelado, que não se assemelha nem a um conhecimento teórico, nem a uma experiência prática, nem ao acúmulo de uma tradição oral”. Nessa concepção, trata-se de uma difusão do saber inédita, a qual pretende conectar-se com a educação tradicional e potencializar o ensino e a aprendizagem como um benefício cognitivo para a educação, e é nesse sentido que Lévy (2001) afirma que as tecnologias inteligentes não substituirão o pensamento vivo dos homens, uma vez que, segundo Becker (2001, p.36),

[...] o conhecimento não está no objeto, ou seja, no meio físico ou social, não está na cabeça do professor com relação ao aluno, nem na cabeça do aluno com relação ao professor, o conhecimento se dá por um processo de interação radical entre sujeito e objeto, entre indivíduo e sociedade, entre organismo e meio.

A adaptação da IA na educação pode ser uma oportunidade de vincular as escolas aos modelos contemporâneos de ensino e aprendizagem personalizados, entrelaçando práticas que possam constituir novas formas de expressão e que desenvolvam a condição humana para uma nova leitura de mundo, potencializando o aprendizado cognitivo.

2.5 O HIBRIDISMO TECNOLÓGICO COMO OPORTUNIDADE PARA A MEDIAÇÃO DOS ENCONTROS EDUCACIONAIS

Como um sistema que compõe um tutor inteligente, a inteligência artificial pode ser uma ferramenta que ajudará a interpretar detalhes específicos na aprendizagem individual de cada educando, uma vez que poderá aprimorar o desempenho dos pontos fortes identificados e trabalhar de maneira interdependente com as competências e habilidades exigidas na grade curricular do ensino escolar. De acordo com Vicari (2018a, p. 18), “a IA aplicada à educação é uma área de pesquisa multi e interdisciplinar, pois contempla o uso de tecnologias da IA em sistemas cujo objetivo é o ensino e a aprendizagem”. A identificação dos níveis de aprendizagem remete a uma interpretação qualitativa e quantitativa de dados unilaterais que apontarão a evolução do aprendizado em determinado campo do conhecimento compilado aos resultados das atividades exploradas pelo estudante.

O objeto senciente é composto de uma rede neural artificial completa, em que esta pode ser comparada “a técnicas correspondentes da estatística, do reconhecimento de padrões e do aprendizado da máquina” (RUSSEL, NORVIG, 2013, p. 23), o que possibilita à entidade uma interação com o aluno muito próxima do comportamento humano. Vicari (2018a, p. 89) afirma que:

São programas de computador concebidos para incorporar técnicas de IA, a fim de produzir sistema de ensino-aprendizagem que:
 Conhecem o que ensinam.
 Sabem como ensinar.
 Detectam como os alunos estão aprendendo.

Essa complexidade de sistemas probabilísticos e de algoritmos capazes de resolver um problema recorrente por meio de ações executáveis compostas por regras e procedimentos lógicos oferece orientação, suporte e maior assertividade na tomada de decisões. Para Vicari (2018b, p. 13), “a IA pode ser definida como a arte de se construir algoritmos que se adaptam e aprendam, com a finalidade de prolongar o seu ciclo de vida”. Esse ramo da ciência da computação busca oferecer soluções por meio do reconhecimento de algoritmos e da interpretação de dados obtidos no momento em que máquina e aluno passam a interagir, pois, segundo Russel e Norvig (2013, p. 57), “um algoritmo de busca recebe um problema como entrada e devolve uma solução sob a forma de uma sequência de ações”. Como apresentado por Bittencourt (1998, p. 63), a representação do conhecimento “é uma combinação de estruturas de dados e de procedimentos de informação que, se usados de maneira correta dentro de um programa, levarão a um comportamento que simule o conhecimento dos seres humanos”. Como um sistema que simula a capacidade humana, a tecnologia da inteligência artificial constitui “máquinas que pensam, que aprendem e que criam” (RUSSEL, NORVIG, 2013, p. 23).

A IA na educação em conjectura aos ecossistemas educacionais, em que Vicari (2018a, p. 86) define o ecossistema educacional como sendo “a integração de vários aplicativos ou componentes nos quais a utilização de tecnologias complementa a educação formal ou informal”, promove a captação de estímulos externos do estudante como reconhecimento de padrões e imagens, entendimento da linguagem aberta, escrita e falada, percepção de relações, visão, gestos e comportamento, com o objetivo de conduzir o professor a um ensino pedagógico personalizado, visando o desempenho da aprendizagem do aluno:

Nesses sistemas de algoritmos de IA e de *Learning Analytics*, em particular, busca-se analisar o desempenho do aluno de acordo com as estratégias pedagógicas, adotadas pelo professor humano ou por um Sistema Tutor Inteligente, o estilo de aprendizagem

e o estado emocional do estudante. Essas informações são utilizadas para fornecer avisos e sugestões que possam melhorar o desempenho da aprendizagem e para apoiar as escolhas de atividades pedagógicas (VICARI, 2018a, p. 87).

Configurada para a resolução de problemas e realização de tarefas, o aprendizado das máquinas ocorre por meio de técnicas de algoritmos e incorporação de programas digitais da IA. Segundo Bittencourt (1998, p. 51), “uma máquina é inteligente se ela é capaz de solucionar uma classe de problemas que requerem inteligência para serem solucionados por seres humanos”. Compostos por dispositivos computacionais interligados a uma rede neural e sistemas probabilísticos dotados de operações pré-estabelecidas, com base no banco de dados alimentado constantemente por novas informações propostas por especialistas, a construção e desenvolvimento desse sistema educativo integra diversas tecnologias da IA, as quais contemplam os seguintes componentes básicos:

O modelo do aluno (conhecimento inicial sobre o tema de quem vai aprender e, em muitos casos, também o estado emocional do estudante).

O modelo pedagógico (estratégias e táticas pedagógicas - como será ensinado).

A base de conhecimentos sobre o que será ensinado, também chamada de modelo especialista, uma herança dos tradicionais sistemas especialistas, de aplicação da IA, populares na década de 1970. São, no geral, sistemas especializados em determinado conteúdo e podem ser utilizados em todos os níveis do ensino formal e não formal. Seu uso pode se dar fora ou dentro da sala de aula (VICARI, 2018a, p. 90).

O meio tecnológico que comporta o sistema inteligente está conectado a uma nova sociedade da qual emerge o conhecimento. Essa contemporaneidade possui características que tendem a estimular o avanço da IA na educação, pois, para Delors (2003, p. 20), aprender a conhecer é um dos sustentáculos da educação, momento em que diz ser necessário “conciliar uma cultura geral suficientemente vasta, com a possibilidade de dominar, profundamente, um reduzido número de assuntos”, sendo capaz de promover a formação de um indivíduo social e cultural que atenda a essa nova concepção do saber. Essa tendência de transformação do ensino na educação contempla um gerenciamento de dados compostos por dispositivos de interfaces conectados aos módulos de cognição da máquina, capazes de interpretar a capacidade e o interesse do aluno por meio de sensores adaptados para captar estímulos externos físicos e humanos. Lévy (1999, p.107) reitera:

É como se os informatas revestissem incansavelmente os computadores de novas interfaces com seu meio ambiente físico e humano: sistemas inteligentes de gerenciamento de bancos de dados, módulos de compreensão de linguagem natural, dispositivos de reconhecimento de formas ou sistemas especialistas de autodiagnóstico [...] dispositivos aptos a conectarem-se cada vez melhor aos módulos cognitivos e sensoriais dos usuários e captar.

Em vista dessa nova relação, Vicari (2018b) afirma que o objetivo principal da IA na educação é oferecer um ensino personalizado, centrado no ser humano, estabelecendo uma relação de ensino híbrido que promova uma educação única e orientada às características individuais de desenvolvimento do estudante. Sendo uma plataforma de desenvolvimento contínua, a IA na educação busca personalizar o ensino para cada aluno conforme o grau de conhecimento, respeitando a velocidade de absorção e o estágio de aprendizagem individual, o que pode trazer ganhos significativos no avanço do conteúdo e no aprimoramento das habilidades, otimizando o tempo de aula e de progressão sistemática das competências estudantis. Para Vicari (2018a, p. 88), “esses dados realimentam o processo de tomada de decisão sobre a próxima estratégia a ser utilizada individualmente ou com grupos de alunos”.

A alteração na forma de ensino pode tornar-se uma tendência que supera métodos passivos de ensino e aprendizagem, pois, a integração da IA nas práticas educativas talvez possa contribuir para o desenvolvimento de competências e habilidades. E, assim, possivelmente, o estudante poderá montar o arcabouço das competências que julgar necessárias para suas pretensões profissionais e de vida (VICARI, 2018a). Entidades dotadas de inteligência artificial para a educação buscam substituir metodologias lineares e generalizadas por cenários inovadores de aprendizagem, assevera Vicari (2018a, p. 90) e afirma que “essas técnicas buscam ajudar no processo de ensino-aprendizagem e, para isso, procuram entender como os alunos aprendem”. Ambientes que possam estimular o aluno e acompanhar o seu progresso em tempo real permitem gerar significados e sentimentos que reforçam o aprendizado escolar e, ao mesmo tempo, despertar capacidades inatas com o apoio de um sistema inteligente que poderá mensurar dados com precisão. Através do monitoramento do estudante e reconhecimento de informações mais profundas como estilo, ritmo, estado afetivo e grau de interesse, tendem a perfilar um aluno autônomo, analítico e de pensamento crítico.

O uso da IA como adendo ao modelo de ensino e aprendizagem atual pode oferecer uma educação com foco particular, a fim de potencializar pontos críticos de aprendizado. Os sistemas especialistas oferecem um ensino simultâneo por meio de interfaces educativas. A mediação do conhecimento é conduzida pelo modelo presencial, com o objetivo de mediar o ensino e dar suporte ao aluno por meio da interpretação das informações obtidas pela máquina, condicionando o aluno ao centro do processo educativo. Trata-se de uma educação que explora modelos complexos com ênfase na aprendizagem.

Recursos inovadores de ensino e aprendizagem significativas, associadas a novos e atuais cenários escolares, traçam perspectivas de desenvolvimento e melhoramento das

necessidades de aprendizagem essenciais e fundamentais, contribuindo com o rendimento da capacidade cognitiva, aprendizado coletivo e descobertas individuais de novos estilos de raciocínio e conhecimento.

Estas necessidades dizem respeito, quer aos instrumentos essenciais de aprendizagem (leitura, escrita, expressão oral, cálculo matemático, resolução de problemas), quer aos conteúdos educativos fundamentais (conhecimento, aptidão, valores, atitudes), de que o ser humano precisa para sobreviver, desenvolver as suas faculdades, viver e trabalhar com dignidade, participar plenamente do desenvolvimento, melhorar a sua qualidade de vida, tomar decisões esclarecidas e continuar a aprender (DELORS, 2003, p. 21).

Com o advento da IA na educação, os sistemas especialistas buscam mediar a relação professor e aluno, de forma a poder contribuir com interpretações do estudante, as quais se conectem ao planejamento didático do professor, a fim de poder desempenhar um ensino personificado que possa lapidar as competências e habilidades do aluno e capacitá-lo para a reconfiguração das novas relações sociais. Lévy (1999, p. 165) afirma que “tanto no plano cognitivo como no da organização do trabalho, as tecnologias intelectuais devem ser pensadas em termos de articulação e de criação de sinergia, e não de acordo com o esquema de substituição”.

As transformações coletivas devem permear o ensino como um método de progressão escolar para a constituição do indivíduo na sociedade. Crochick (1998, p. 69, por sua vez, expõe que, “se vivemos em um mundo no qual a ciência e a tecnologia constituem a base do progresso social, necessitamos preparar o aluno para que possa contribuir com este progresso e ocupar um lugar no mercado”. Nessa concepção é que o ensino híbrido busca desenvolver as competências reais do aluno e prepará-lo para a inserção no mundo globalizado, uma vez que, de acordo com Gatti (2019, p. 53), “os *softwares* educacionais dotados de IA necessitam interagir com o mundo da forma como a própria inteligência humana o faria”. A cultura digital está provocando um deslocamento de processos, antes estáticos, para os sistemas inteligentes que viabilizem atividades complexas e promovam maior assertividade e segurança nas diversas operações institucionais. Para Lévy (1999, p. 165), “os sistemas especialistas (ou sistemas de bases de conhecimentos), tradicionalmente classificados na rubrica “inteligência artificial”, deveriam ser considerados como técnicas de comunicação e de mobilização rápida dos saberes práticos nas organizações”.

Essa interação entre aluno e sistema inteligente pode atender a uma necessidade social, pois, segundo Crochik (1998), o despontamento da tecnologia é fundamental para a autoconservação humana. Diante disso, a constituição dessa sociedade moderna poderá migrar para a utilização de métodos personalizados que fomentem o surgimento de novas profissões,

podendo caber às escolas o desenvolvimento ou o aprimoramento das capacidades intelectuais que venham a atender as expectativas de construção de uma sociedade integral. Crochik (1998, p.79) considera que:

A racionalidade tecnológica que visa ao aperfeiçoamento da transmissão do conhecimento existente nesta concepção é correlata da racionalidade positivista, que influenciou a criação dos sistemas de ensino. Se a função da escola não é só a transmissão de informações objetivas, mas também a de valores considerados objetivos, sem que se pergunte quem selecionou os conhecimentos e os valores a serem transmitidos e se no sistema educacional há a divisão do trabalho entre a elaboração e a execução, o ingresso da tecnologia de ensino [...] vem aperfeiçoar aquilo que já existe.

Para tanto, a inteligência artificial, como recurso para uma educação transformadora, pode ser capaz de proporcionar ganhos intelectuais de potencial elevado tanto para o ensino como para o aprendizado, com vistas a sistematizar e automatizar tarefas intelectuais, sendo de extrema relevância para toda e qualquer atividade intelectual humana (GATTI, 2019). Vicari (2018a) considera que esses sistemas

alcançam níveis finos de detecção do ponto do conteúdo educacional em que o aluno particular apresenta problemas (estado cognitivo) e, então, podem interferir de forma especializada [...] utilizando o estilo de aprendizagem e o estado emocional de um aluno) em como apresentar o conteúdo [...], da forma mais adequada para cada indivíduo (p. 90).

Dessa forma, pode-se estabelecer uma interface entre o estudante e a educação escolar, em que ambas refletirão na qualidade e na competência efetiva para uma nova leitura de mundo. Segundo Lévy (1999, p. 157), “trabalhar quer dizer, cada vez mais, aprender, transmitir saberes e produzir conhecimentos”. Tendo em vista o progresso tecnológico, é possível que a aplicação do saber voltada ao protagonismo do estudante como sujeito ativo desenvolva habilidades que, antes do devir da tecnologia como meio que comporta a IA, seriam quase impossíveis para mensurar dados cognitivos e interpretar o desempenho de forma precisa. A subjetividade do educando poderá ser trabalhada de maneira a perfilar um indivíduo versátil e promover a expansão da sua criatividade, tornando-o autônomo, crítico e analítico. Como diz Freire (2015, p.83):

A construção ou a produção do conhecimento do objeto implica o exercício da curiosidade, sua capacidade crítica de “tomar distância” do objeto, de observá-lo, de delimitá-lo, de cindi-lo, de “cercar” o objeto ou fazer sua aproximação metódica, sua capacidade de comparar, de perguntar. Estimular a pergunta, a reflexão crítica sobre a própria pergunta, o que se pretende com esta ou aquela pergunta em lugar da passividade em face das explicações discursivas do professor, espécies de respostas às perguntas que não foram feitas. [...] o fundamental é que professor e alunos saibam

que a postura deles, do professor e dos alunos, é dialógica, aberta, curiosa, indagadora e não apassivada.

Desse modo, o hibridismo tecnológico utilizado como recurso mediador das novas práticas de ensino e aprendizagem pode ser capaz de promover ganhos potenciais até então inexplorados pela consequente impropriedade de um sistema inteligente que sirva de apoio à didática do professor.

Por meio da interpretação do modelo de cada estudante, é possível reconhecer a sua personalização e, assim, traçar características pessoais por meio do componente cognitivo que avalia o grau de conhecimento sobre o tema estudado, articulado ao componente de afetividade durante a interação do estudante com o tutor inteligente. O modelo cognitivo e afetivo do aluno existe atualmente nos Sistemas de Tutores Inteligentes. Vicari (2018a, p. 73) afirma que “essas informações sobre o modelo afetivo e cognitivo do aluno e sua personalidade são utilizadas para que os desafios, o conteúdo e mesmo as avaliações estejam de acordo com o grau de conhecimento e o estado afetivo de cada um”.

Nesse contexto, é possível que o educador elabore o planejamento das aulas com base nos resultados individuais de cognição e afetividade e passe a customizar o ensino focado nas particularidades do estudante, evitando um ensino generalizado e um aprendizado descontinuado por falta de recursos tecnológicos vinculados à IA. Segundo Gatti (2019, p. 52), na educação são frequentemente

aplicados conceitos de aprendizagem e máquina na mineração de dados educacionais gerados pelos diversos sistemas acadêmicos, sistemas de gestão da aprendizagem e até mesmo pelos aplicativos usados pelos estudantes em seus celulares. Assim as máquinas podem ser empregadas para obter informações de estudantes, organizá-las e fornecer resultados que podem ser empregados em diversas situações, desde a definição de trilhas de aprendizagem para diferentes perfis de alunos, compreender melhor como os alunos aprendem para propor diversas estratégias de ensino.

Esse sistema pode servir de auxílio para o melhoramento da oferta de ensino dos conteúdos educacionais e fomentar o desenvolvimento integral do estudante, atendendo a uma diversidade de perfis de aprendizagem presentes no mesmo ambiente escolar, pois, segundo Lévy (1999, p. 158), “os percursos e perfis de competências são todos singulares e podem cada vez menos ser canalizados em programas ou cursos válidos para todos”.

Como um recurso para estimular a motivação e o interesse pelos objetos de estudo, a proposta de trazer um ensino personalizado concerne à geração de livros didáticos direcionados ao modelo do aluno, específicos ao perfil de aprendizagem individual. Com o intuito de potencializar as habilidades do educando, os modelos representativos de ensino podem criar

estratégias de aprendizagem diferenciadas que possam atender a toda diversidade de perfil, respeitando a velocidade e os interesses do estudante, quebrando padrões de ensino que possam engessar a otimização do rendimento estudantil.

O ensino personalizado, favorecido pelos STIs por meio do modelo cognitivo/afetivo do aluno, será utilizado também para a geração automática de livros didáticos personalizados, os *SmartBooks*, que serão customizados de acordo com o conhecimento e perfil de cada aluno (VICARI, 2018a, p. 76).

O sistema de tutor inteligente possui dispositivos capazes de direcionar o estudante conforme a identificação das competências necessárias que precisam ser desenvolvidas por ele. Por intermédio desse recurso, o ensino torna-se mais adaptativo e, como resultado, tende a aumentar a motivação pelo tema de estudo e o funcionamento na realização das tarefas. O diagnóstico é feito através do mapeamento individual baseado nos critérios de metacognição do estudante e oferece uma trajetória de ensino personificada, com conteúdos e atividades de aspecto individual.

A escola é a representação de um mundo globalizado e, como instituição, pode desenvolver um ensino libertador que transforma o ser humano e o forma para a vida em sociedade. Lévy (1999, p.166) afirma que:

Os saberes encontram-se, a partir de agora, codificados em base de dados acessíveis online, em mapas alimentados em tempo real pelos fenômenos do mundo e em simulações interativas. A eficiência, a fecundidade heurística, a potência de mutação e de bifurcação, a pertinência temporal e contextual dos modelos suplanta os antigos critérios de objetividade e de universalidade abstrata.

Constituir um indivíduo social também é potencializar a capacidade cognitiva e avaliar o progresso da aprendizagem estudantil. Por intermédio de processos e técnicas precisas de IA, pode ser possível reforçar o ensino escolar de modo a impactar na concepção civilizadora e formativa do sujeito. Com a constituição de novas qualificações técnicas, é plausível a formação de um novo indivíduo social. Sistemas especialistas capazes de modularizar, recompor e modificar o conhecimento durante o andamento em tempo presente de uma operação de ensino e aprendizagem têm o intuito de difundir um saber coletivo para uma sociedade em ascensão. Essa tendência do saber contribui para o benefício cognitivo do estudante, podendo aprender com base em um ensino personificado, buscando aumentar o nível de raciocínio por intermédio da simulação promovida pela interação híbrida na educação.

O protagonismo do estudante no processo de aprendizagem perspectiva o aumento do potencial de cognição e a descoberta de uma nova visão de mundo, o qual refletirá na

qualidade de inserção do indivíduo no novo movimento contemporâneo, visto que, conforme Gatti (2019, p. 35), “a escola deve, ou deveria ter em seus objetivos, formar, com o intuito de que os indivíduos que por ela passam, tenham condições e domínio de ferramentas para exercer seus direitos de forma ampla, na condição de cidadãos da cultura contemporânea”.

Portanto, a *cibercultura* poderá exteriorizar e modificar diversas funções cognitivas do homem, as quais serão reformuladas constantemente de forma a aprimorar conceitos, metodologias e saberes, a fim de impactar no progresso do indivíduo no contexto educacional, social, profissional e cultural.

3 METODOLOGIA

3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA

Buscou-se, nesta dissertação, desenvolver uma pesquisa bibliográfica de análise crítica de cunho qualitativo-exploratória, com base em autores que contribuem cientificamente com a busca pelo conhecimento do referido objeto de estudo. Conforme Lakatos e Marconi (1982, p. 57), “trata-se do levantamento de toda bibliografia já publicada e que tenha relação com o tema em estudo”, remetendo-se, dessa forma, a uma pesquisa bibliográfica a qual sustenta seu projeto em princípios aqui apresentados. Para Gil (2002, p. 41), essa é uma pesquisa que “tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses”. Creswell (2014, p. 49-50) define pesquisa qualitativa como sendo a pesquisa que “começa com pressupostos e o uso de estruturas interpretativas/teóricas que informam o estudo dos problemas da pesquisa, abordando os significados que os indivíduos ou grupos atribuem a um problema social ou humano”. Nesse sentido, Lakatos e Marconi (1986, p. 44) citam que:

A pesquisa pode ser considerada um procedimento formal com método de pensamento reflexivo que requer um tratamento científico e se constitui no caminho para se conhecer a realidade ou para descobrir verdades parciais. Significa muito mais do que apenas procurar a verdade: é encontrar respostas para questões propostas, utilizando métodos científicos.

Como resultado de uma profunda busca bibliográfica, a qual tende a suprir uma necessidade curiosa e crítica, a pesquisa qualitativa nos remete a diferentes interpretações e analogias que sequencialmente contribuem para o avanço do estudo científico.

[...] a pesquisa qualitativa consiste em um conjunto de práticas materiais interpretativas que tornam o mundo visível. Essas práticas transformam o mundo. Elas transformam o mundo em uma série de representações [...] a pesquisa qualitativa envolve uma abordagem interpretativa e naturalística do mundo. Isso significa que os pesquisadores qualitativos estudam coisas dentro dos seus contextos naturais, tentando entender, ou interpretar, os fenômenos em termos dos significados que as pessoas lhe atribuem (CRESWELL, 2014, p. 49).

Como forma de atender a um problema de pesquisa, a metodologia qualitativa usa estratégias de investigação interdependentes à realidade, trazendo conceitos e novas analogias relacionadas ao desenvolvimento de informações, características e experiências humanas, sendo múltiplos os significados construtivistas desta pesquisa.

3.2 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Ao iniciar o trabalho com base no objeto de estudo pesquisado, foi necessária a definição de uma sequência de etapas que, segundo Gil (2002, p. 59), trata-se de “um roteiro, entre outros, elaborado com base na experiência de seu autor, cotejada com a experiência de outros autores nesse campo”. Nesse sentido, foi de suma importância a existência de um método ordenado, a fim de que se estabelecesse um trajeto que pudesse conduzir o pesquisador a um caminho visível e seguro, que atendesse o objetivo deste estudo.

Com o propósito de buscar informações e conhecimentos que poderiam responder ao problema de pesquisa, dei início à fase da identificação, em que Lakatos e Marconi (1986) destacam ser “a fase de reconhecimento do assunto pertinente ao tema em estudo e que pode ser feito lançando-se mão de catálogos das bibliotecas, das bibliografias, dos índices e *abstracts* especializados”. Nessa perspectiva, iniciei levantamento bibliográfico preliminar com vistas à familiarização com o objeto de estudo e, para a obtenção de dados descritivos, privilegiei leituras embasadas em periódicos científicos, de modo a manter a originalidade e a consistência das informações. De acordo com Gil (2002, p. 66), “os periódicos constituem o meio mais importante para a comunicação científica”.

O processo de busca por leituras que viessem a elucidar o tema de estudo em uma pesquisa científica caracterizada como bibliográfica de natureza qualitativa exploratória, ocorreu gradativamente. Gil (2002, p.61) destaca que:

Esse levantamento bibliográfico preliminar pode ser entendido como um estudo exploratório, posto que tem a finalidade de proporcionar a familiaridade do aluno com a área de estudo no qual está interessado, bem como sua delimitação. Essa familiaridade é essencial para que o problema seja formulado de maneira clara e precisa.

Uma análise inicial com vistas à elaboração da dissertação, feita de forma metódica, abordou artigos de publicação científica, nos quais se buscou encontrar articulações que pudessem corresponder com o intuito da pesquisa, identificando informações relevantes e que norteariam a construção do conhecimento. Por ser uma leitura de nível elementar, destaca-se a importância de se explorarem informações que subsidiassem os conceitos iniciais da pesquisa. Nesse momento, ocorreu a coleta da documentação, envolvendo dois períodos distintos e sequenciais: o levantamento da bibliografia e o levantamento das informações que nela continham, sendo o estudo dos dados e/ou das informações contidas no material bibliográfico

(LIMA, MIOTO, 2007).

Na sequência, o próximo passo da identificação, “tendo em mãos o livro ou o periódico, seria o levantamento, pelo Sumário ou Índice, dos assuntos nele abordados”. (LAKATOS, MARCONI, 1986, p. 48). Em consonância com a estrutura ordenada das etapas da pesquisa, em seguida ocorreu a seleção de livros para a constituição do quadro teórico do projeto, desencadeando uma leitura com base na bibliografia dos principais autores que corroboraram, de forma científica, com suas pesquisas sobre o objeto de estudo. A categorização dos livros foi definida com base na leitura das sinopses, apresentadas previamente com o propósito de identificar bifurcações que tivessem o mesmo objetivo sobre o assunto abordado. Para essa seleção, foram acessados *sites* de venda de livros *online*, utilizando filtros de busca com os seguintes termos de dissolução: educação 4.0, inteligência artificial, tecnologias e educação. Foram observadas as datas de publicações, a fim de fazer uma analogia entre o período de 1998 até 2020 e identificar a construção dos estudos realizados sobre o tema e, da mesma forma, também foram exploradas as linhas de pesquisa de formação acadêmica dos autores selecionados. Gil (2002, p.75) define que:

O diretório classifica o conteúdo dos *sites* segundo categorias e subcategorias, setores de atividade econômica ou ramos do conhecimento, facilitando a busca por meio de filtros. Para pesquisar em diretórios, o pesquisador vai navegando desde um termo genérico até chegar a um termo mais específico.

Como leitura exploratória destaca-se o periódico do SINEP - *Educação em revista: o futuro da educação com a inteligência artificial* e também a Revista *Scientific American Brasil: trabalharemos para máquinas*. Após ter feito a verificação bibliográfica, o último passo da primeira etapa da identificação foi “a verificação da bibliografia ao final do livro ou do artigo, se houver, constituída, em geral, pela indexação de artigos, teses, folhetos, periódicos, relatórios, comunicações e outros documentos sobre o mesmo tema”. (LAKATOS, MARCONI, 1986, p. 48).

Ao azeitar-me com o objeto de estudo, o aumento consecutivo pela busca de materiais que pudessem dar maior sentido à dissertação e agregar informações e conhecimentos acerca do tema proposto, trouxe autores na linha de pesquisa, os quais contribuíram com a questão interrogativa do trabalho. Com base em leituras analíticas, cujas obras de divulgação impressas têm o intuito de, segundo Gil (2002, p. 65), “comunicar a especialistas de maneira sistemática assuntos relacionados a determinado campo do conhecimento científico ou apresentar o resultado de pesquisas”, selecionei os principais autores que embasaram a investigação: Bittencourt (1998), BNCC (2018); Crochik (1998); Dowbor (2009); Freire (2015); Kuramoto

(2009); Lemos (2009); Lévy (1999); Lévy (2001); Palacios (2009); Simões (2009); Turing (1950) e Vicari (2018).

Após ter realizado o levantamento da bibliografia, a próxima etapa executada denominou-se localização. Gil (2002, p. 64) recomenda “a consulta a especialistas ou pessoas que já realizaram pesquisas na mesma área. Essas pessoas podem fornecer não apenas informações sobre o que já foi publicado, mas também apreciação crítica do material a ser consultado”.

Esse processo consiste na localização de fichas bibliográficas em bancos de teses e dissertações com a finalidade de obter informações necessárias, “cujos trabalhos podem ser consultados ou mesmo reproduzidos com a anuência do autor” (LAKATOS; MARCONI, 1986, p. 49). Conforme Gil (2002, p. 70), o processo de busca na base de dados pode se dar “por assunto, por periódico ou por meio de palavras-chave [...] outras oferecem textos completos de livros, teses, artigos de periódicos, relatórios de pesquisa e outras fontes bibliográficas”. Dessa forma, instituí uma busca meticulosa elencando as seguintes palavras-chave: educação 4.0, tecnologias inteligentes, educação, inteligência artificial, ensino, sistemas especialistas, tecnologia e tecnologias digitais. A conexão entre a escolha dos descritores se deu a partir da associação dos principais termos os quais pudessem agrupar, inicialmente, publicações que continham relação com as palavras-chave que suscitavam com o tema da investigação. Com vistas à escrita da dissertação, essa análise ocorreu de forma mais densa após a fase de qualificação do projeto, de modo a articular criteriosamente o objeto de estudo relacionado às palavras-chave e períodos de divulgação.

Ao examinar criteriosamente os materiais obtidos, a etapa seguinte consistiu na análise do material acolhido, no exame do conteúdo afirmativo (LIMA, MIOTO, 2007). Nesse momento, ocorreu a compilação sistemática, de modo a analisar minuciosamente as referências, com o intuito de articular as informações encontradas pertinentes ao tema da pesquisa, a fim de que se pudessem elucidar e estabelecer articulações entre a questão norteadora da pesquisa e o material selecionado. Para Lakatos e Marconi (1986, p. 49), a compilação “é a reunião sistemática do material contido em livros, revistas, publicações avulsas ou trabalhos”.

Como fonte primária, a participação na modalidade ouvinte no VI SENID cultura digital na educação⁴ proporcionou o acesso a relatos, experiências e estudos científicos que contribuíram significativamente com a ampliação do conhecimento, no sentido de expandir o objeto central da pesquisa. “Os encontros científicos, tais como congressos, simpósios,

⁴ Disponível em: <https://www.upf.br/senid/tudo-sobre-o-senid>. Acesso em: 22 abr. 2020.

seminários e fóruns, constituem locais privilegiados para apresentação de comunicações científicas” (GIL, 2002, p. 66). Nessa perspectiva, foi possível a participação como coordenadora de um dos grupos de trabalho do V Colóquio da Educação Discente (CEDU), intitulado como “Educação e Tecnologias Digitais (TD), evento promovido e organizado pelo corpo discente do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade de Caxias do Sul (UCS).

Durante o período de planejamento do V CEDU, cada grupo de trabalho constituiu a sua própria ementa, a qual contemplava a ideia principal que o grupo trabalharia no evento. Nesse momento, também foi criado um endereço de *email* para o recebimento e posterior análise dos resumos expandidos dos interessados em participar do colóquio. Na sequência, foram realizadas duas reuniões virtuais, em que houve a participação de todos os envolvidos no evento, momento que cada grupo apresentou a quantidade de resumos recebidos e posterior conferência da inscrição de cada participante no evento. Após esse encontro, foi criado o *link* de acesso e enviado por *email* para a participação de cada inscrito. Desse modo, o grupo de trabalho número treze, assim definido pela coordenação do evento, moderou, no dia 23 de setembro do decorrente ano, quatro grandiosas submissões, as quais puderam compartilhar suas pesquisas científicas e contribuir com o saber coletivo.

Por fim, após o encerramento do colóquio de divulgação científica, foi encaminhada para a coordenação do evento a relação dos dados dos autores bem como o arquivo contendo o resumo expandido que foi submetido à apresentação. Dessa forma, em um momento posterior, ocorreria a publicação dos trabalhos pela própria comissão organizadora. Gil (2008, p. 64) afirma que os “resultados são publicados geralmente na forma de anais, que reúnem o conjunto dos trabalhos apresentados e as palestras e conferências ocorridas durante o evento”.

Com o advento da pandemia, as *lives* tornaram-se comuns no meio acadêmico e passaram a fomentar as pesquisas virtuais. Lima e Miotto (2007) definem pesquisa como sendo um processo de busca constante interiormente inacabado e permanente. Nesse sentido, como um novo método de busca pela construção do conhecimento, a participação em debates e relatos sobre a inteligência artificial aplicada à educação e seus reflexos no mundo contemporâneo puderam corroborar significativamente com a pesquisa, estabelecendo conexões às literaturas compiladas. A principal fonte de informação virtual foi o canal da Gomining⁵ no *YouTube*[®], contemplando temas voltados à educação 4.0 por renomados profissionais da área de pesquisa em educação e tecnologia.

⁵ Disponível em: <https://gomining.com.br/>. Acesso em: 30 jun. 2020.

Com o intuito de expandir a familiarização com o objeto e organizar as ideias e informações compiladas, realizei o fichamento das leituras realizadas à medida que as pesquisas foram avançando e o entendimento dos elementos presentes que constituíam o tema central do projeto foram sendo elencados de maneira ordenada, com exatidão das informações. As informações foram transcritas na forma de ficha de resumo, onde, além das referências bibliográficas, foram adicionados resumos ao referencial, a qual contribuiu para elucidar as concepções fundamentais, sendo que esta “apresenta uma síntese bem clara e concisa das ideias principais do autor ou um resumo dos aspectos essenciais da obra” (LAKATOS; MARCONI, 1986, p. 61).

Lakatos e Marconi (1986, p.49) destacam que:

A ficha, sendo de fácil manipulação, permite a ordenação do assunto, ocupa pouco espaço e pode ser transportada de um lugar para outro. Até certo ponto, leva o indivíduo a pôr em ordem o seu material. Possibilita ainda uma seleção constante da documentação e de seu ordenamento.

Em seguida, o próximo passo foi diagnosticar e avaliar criticamente a escolha do material acolhido, apreciando o sentido e o valor proporcionado a cada conteúdo lido. Lakatos e Marconi (1986, p. 50) apresentam os tipos de crítica interna:

- a. Crítica de interpretação ou hermenêutica: Averigua o sentido exato que o autor quis exprimir. Facilita esse tipo de crítica o conhecimento do vocabulário e da linguagem do autor, das circunstâncias históricas, ambientais e de pensamento que influenciaram a obra, da formação, da mentalidade, caráter, preconceitos e educação do autor. Compreender um texto equivale a haver entendido o que o autor quis dizer, os problemas que postulou e as soluções que propôs para os mesmos.
- b. Crítica do valor interno do conteúdo: aprecia a obra e forma um juízo sobre a autoridade do autor e o valor que representa o trabalho e as ideias nele contidas.

O objetivo de aplicar uma análise voltada ao juízo de valor é fazer com que se estabeleçam relações que tenham significado para o autor, de forma a interpretar, na essência, o sentido da palavra para suprir a necessidade de problematização da pesquisa e progredir com o conhecimento sobre o objeto de estudo. De acordo com Gil (2020, p. 77),

há que se considerar que a leitura de um livro ou qualquer outro impresso se faz por razões diversas. Pode ocorrer que a leitura se dê por simples distração. Ou com objetivo de aprender seu conteúdo com vista na aplicação prática ou avaliação. Ou, ainda, para a obtenção de respostas a problemas.

Estabelecidas as conexões de valor, chegara o momento de esmiuçar os elementos principais e ordená-los, a fim de produzir uma sequência de métodos e saberes provenientes do

tema da pesquisa e apresentar conjunturas a cada leitura crítica interna compreendida. Estabelecer as interrelações que cada componente ofereceu e diagnosticar as características, causas, impactos, necessidades e possíveis resultados que essa articulação promoveu foi fator primordial para dar segmento ao estudo. “Dessa forma, podem-se concretizar, através de uma análise progressiva e cada vez mais concreta, as ideias iniciais gerais e mais abstratas” (LAKATOS; MARCONI, 1986, p. 51).

Ainda na etapa da análise e interpretação, o passo seguinte foi generalizar as relações obtidas e levantar questionamentos sobre a veracidade, ligação e continuidade da pesquisa de maneira a avançar no conhecimento científico, promovendo uma síntese integradora a qual (LIMA; MIOTO, 2007) definem como sendo o produto final do processo investigativo, resultante da análise e reflexão dos documentos. Compreende as atividades relacionadas à questão interrogativa da pesquisa, investigação metódica, visualização de possíveis soluções e síntese. Segundo Lakatos e Marconi (1986, p. 51), as vantagens da generalização são:

- a. Permite a classificação, uma vez que um elemento particular pode ser incluído no geral;
- b. Evidencia novas questões, dado que, uma vez percebido o caráter geral de uma questão, pode fragmentá-la em outras tantas questões particulares, mais simples e concretas; por outro lado, dessas questões particulares, por intermédio da associação, semelhança e analogia, obtém-se uma geral que, novamente, permite sua divisão, e assim por diante.

Por fim, após a generalização, foi possível construir a síntese integradora que permeou por caminhos de leitura e interpretação das vozes dos pesquisadores. Em decorrência da compilação das obras selecionadas, despertei para a desconstrução desses textos. A partir do estabelecimento de novas associações e critérios subjetivos, pude criar hipóteses e direcionar os estudos científicos para uma nova verdade ou descoberta, advindos de inquietações as quais me questionava.

4 ANÁLISE DOS DADOS

Após realizar as sínteses e explorações das leituras selecionadas para o *corpus* da pesquisa, passou-se à etapa de desconstrução dos registros a partir dos textos selecionados. Esses textos passaram por profundas e repetidas leituras de caráter crítico e reflexivo e, para isso, a técnica escolhida foi a Análise Textual Discursiva – ATD. Segundo Moraes e Galiazzi (2006, p. 118), “a análise textual discursiva é uma abordagem de análise de dados que transita entre duas formas consagradas de análise na pesquisa qualitativa que são a análise de conteúdo e a análise de discurso”.

Pela possibilidade de criar novos formatos reconstitutivos, a ATD é um procedimento que contempla quatro reconstruções concomitantes que, de acordo com Moraes e Galiazzi (2006, p. 117), são “1. do entendimento de ciência e de seus caminhos de produção; 2. Do objeto de pesquisa e de sua compreensão; 3. Da competência de produção escrita; 4. Do sujeito pesquisador”. Diante desse formato, optou-se pela ATD por ser um método desafiador que promove aprendizagens significativas embasadas no conjunto dos quatro elementos reconstitutivos proporcionados por essa abordagem.

Ao situar o objeto de estudo dentro do âmbito da pesquisa, busquei explorar trabalhos científicos que pudessem corroborar com o tema de estudo. A constituição das unidades de análise ocorreu, primeiramente, em formato de quadros, em que foram separadas produções científicas em nível de mestrado e doutorado e, em outro quadro, publicações de artigos científicos. Por meio da leitura exploratória das publicações, foi possível refinar o conhecimento para que este pudesse contribuir significativamente para a elaboração inicial da análise textual discursiva. Sendo assim, entre os meses de janeiro e fevereiro de 2021 desencadeei uma incessante busca em plataformas de cunho científico, em que foram selecionados os seguintes *sites*/plataformas para a pesquisa: o Portal de Periódicos da Capes, *Scientific Electronic Library Online* (SciELO) e a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD).

Ao explorar o portal de periódicos da Capes, utilizei como descritores iniciais as seguintes palavras: educação e inteligência artificial, em que foram identificadas 372 publicações apresentadas a partir do ano de 2006. Visto a diversidade de estudos, foram adicionadas à busca as seguintes expressões: educação, inteligência artificial e sistemas inteligentes, a qual remeteu a 62 publicações. De modo a especificar ainda mais a busca, foram incluídos os seguintes descritores: educação, inteligência artificial, sistemas inteligentes, tecnologias inteligentes e agentes inteligentes. Desse modo, a pesquisa resultou em 13

publicações. A partir desse momento, segmentou-se a busca por área de conhecimento, restringindo-a às Ciências Humanas na Educação. Por apresentar uma diversificação de áreas dentro do contexto educacional, optei por alguns filtros de refinamento, de modo a eliminar a área da Medicina, Radiologia, Engenharia e Matemática. Desse modo, foram elencados **três** projetos, selecionados a partir da leitura de títulos e resumos que integravam os termos citados na investigação.

A busca realizada no portal da *Scientific Eletronic Library Online* (SciELO) remeteu a 11 resultados a partir dos descritores: educação e inteligência artificial. A fim de estreitar a pesquisa, foram adicionados os seguintes termos para a busca: educação, inteligência artificial e sistemas inteligentes. Esse detalhamento resultou na identificação da publicação da pesquisa de Vicari (2003), a qual se repete no Portal de Periódicos da Capes.

Assim, selecionei **cinco** pesquisas a partir da constatação da presença das palavras-chave apresentadas no resumo das obras publicadas e que, sequencialmente, após a realização de uma leitura minuciosa de cada obra, reconheci as principais expressões da pesquisa que contribuiriam para que eu pudesse estabelecer conexões com o objeto de estudo desta investigação. A seguir, apresento o quadro informativo (Quadro 1) proveniente das explorações realizadas:

Quadro 1 - Artigos resultantes da busca no Portal de Periódicos da CAPES e da Scielo

Título	Autor(es)	Ano	Periódico	Palavras-chave do trabalho	Natureza do trabalho
Uso de novas tecnologias na validação de conteúdos ministrados durante as aulas	Cristiano Moreira da Silva e Ricardo Rodrigues Barbosa	2018	<i>Revista Informação & Sociedade</i> , 2018, v. 28, n. 2	Educação, inteligência artificial, sistemas inteligentes, tecnologias inteligentes e agentes inteligentes.	Artigo
A universidade para a indústria do futuro	Mauricio de Campos Porath, Xisto Lucas Travassos Júnior e Jonas Tilp.	2019	<i>Extensio: Revista Eletrônica de Extensão</i> , 01 August 2019, v. 16, n. 33, p.145-154	Educação, inteligência artificial, sistemas inteligentes, tecnologias inteligentes e agentes inteligentes.	Artigo
Conhecimento e aprendizagem na educação superior: desafios curriculares e	José Augusto Pacheco e Joana Sousa e Ila	2020	<i>Revista Diálogo Educacional</i> , 01 June 2020, v. 20, n. 65	Educação, inteligência artificial, sistemas inteligentes, tecnologias	Artigo

pedagógicos no século XXI	Beatriz Maia			inteligentes e agentes inteligentes.	
As tecnologias computacionais contemporâneas e a educação: contribuições do ciborgue e dos objetos inteligentes	Tiago Marcondes Santos, Edméa Oliveira dos Santos e Denise Del Re Fillipo	2019	<i>Revista Diálogo Educacional</i> , 01 October 2019, v. 19, n. 62, p. 987-1009 [Periódico revisado por pares]	Educação, inteligência artificial, sistemas inteligentes, tecnologias inteligentes e agentes inteligentes.	Artigo
Representação do conhecimento incerto aplicado a sistemas educacionais na Web	Rosa Maria Vicari, Cecília Dias Flores; Marcos Eduardo Casa; Alexandre Moretto Ribeiro	2003	<i>Educ. Rev. no. especial</i> , Curitiba 2003 versão impressa ISSN 0104-4060 https://doi.org/10.1590/0104-4060.306	Educação, inteligência artificial e sistemas inteligentes.	Artigo

Fonte: A autora (2021).

A consulta realizada na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) remeteu a 52 publicações elencadas com as palavras-chave: educação, inteligência artificial e sistemas inteligentes. De modo a segmentar a pesquisa, iniciei uma busca manual, a fim de observar os resumos das obras publicadas em que houvesse a presença dos articuladores elencados no texto. À medida que a busca eliminava algum dos termos citados, segmentei a pesquisa por área de conhecimento, restringindo-a às Ciências Humanas na Educação, em que foram selecionados **quatro** projetos a partir do ano de 2004, conforme o Quadro 2, a seguir.

Quadro 2 - Teses e Dissertações resultantes da busca na BDTD e no portal de Periódicos da CAPES

Título	Autor(es)	Orientador (a)	Ano	Instituição	Palavras-chave do trabalho	Natureza do trabalho
Inteligência Artificial e Instrumentalização Digital no Ensino: A Semiformação na Era da Automatização Computacional	Luis Fernando Altenfelder de Arruda Campos	Luiz Antônio Calmon Nabuco	2018	UNESP - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA	Educação, inteligência artificial, sistemas inteligentes.	Tese
Aprendizagem mediada pela inteligência artificial: uma	Mercedes Bragança Pinheiro Fernandes	Francisco Antonio Pereira Fialho	2004	UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA	Educação, inteligência artificial, sistemas inteligentes.	Dissertação

abordagem construtivista						
Sistemas inteligentes na educação	Daniele dos Santos Ferreira Dias	Edna Gusmão de Goés Brennand	2009	UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA	Educação, inteligência artificial, sistemas inteligentes.	Dissertação
SABER: Sistema de Aprendizagem Baseado no Ensino Real	Marta Carolina Ferreira Vaz Moreira Raimundo	Eugenio da Costa Oliveira	2006	FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO	Educação, inteligência artificial.	Dissertação

Fonte: A autora (2021).

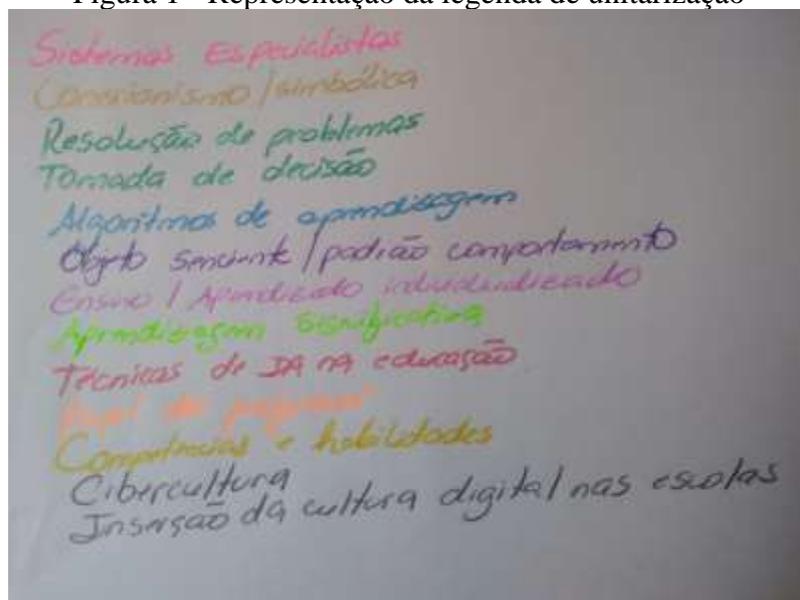
A seguir, construí uma tabela no *Excel*[®], a fim de organizar a seleção dos textos que eu havia definido como critério de investigação. Esse arquivo, o qual denominei de “tabela de análise de dados”, compunha as principais informações de cada obra como, por exemplo, o título, o autor e orientador da pesquisa, data de publicação e instituição de ensino, tipo de pesquisa (se tese, dissertação ou artigo) e o *link* de acesso. Na sequência, criei uma pasta no *Word*[®], na qual adicionei todas as nove obras denominadas, cada qual com seu título e, de forma unitária, iniciei as releituras de cada pesquisa. Com um marca-texto, grifava os trechos que mais se identificavam com o propósito da pesquisa e, também utilizando *post-its*, marcava as páginas que necessitavam de uma atenção maior. Após feita uma análise criteriosa dos trabalhos selecionados, **nove** obras foram escolhidas para iniciar a construção deste estudo, sendo cinco artigos, três dissertações e uma tese.

Após examinar com cautela o conteúdo de cada trabalho, elaborei uma síntese argumentativa embasada nas interlocuções empíricas, teóricas e das interpretações obtidas pelo sujeito pesquisador. Embora o processo da ATD possua etapas que visam auxiliar o processo analítico de leitura e decodificação dos textos, inexistente uma ordenação ideal e obrigatória que deva ser seguida na sua integralidade, podendo o sujeito pesquisador adaptá-las de acordo com a trajetória de leitura e escrita da sua própria produção acadêmica, pois, segundo Guimarães e Paula (2020, p. 685), “o pesquisador também se torna protagonista do processo”. Dessarte, apresento o itinerário que me conduziu para a construção desta análise.

Optei por imprimir a síntese que construí a partir da decodificação que fiz dos textos que selecionei e, imersa nesse compêndio, iniciei intensas leituras e releituras, com o propósito de interpretar os significados dados pelos autores e desconstruir os textos. Esse processo inicial denomina-se unitarização, momento de separação dos textos por unidades de significância (MORAES, GALIAZZI, 2006). Utilizando canetas em gel de diferentes cores, defini uma cor para cada unidade de significado elencada, constituindo uma legenda que, durante quatro

sucessivas idas e vindas de codificação, sublinhava cada descritor conforme sua repetição e significância, etapa em que “a expressão-objeto pode designar palavras, enunciados, expressões, unidades de análise, categorias e unidades de contexto” (GUIMARÃES; PAULA, 2020, p. 683). Da mesma forma, ao passo que ia destacando as palavras e expressões textuais, estampeï uma nova visualização da síntese anteriormente construída, o que me trouxe clareza para unitarizar e desmontar o *corpus* da pesquisa. Diante disso, a construção da legenda e a exibição da síntese ficaram, respectivamente, conforme as ilustrações das Figuras 1 e 2:

Figura 1 - Representação da legenda de unitarização



Fonte: Acervo pessoal da autora (2021).

Figura 2 - Visualização da desconstrução da síntese

Ao realizar a leitura da tese de Campos (2018), orientada pelo professor Dr. Luis Antônio Calmon Nabuco, intitulada "Inteligência artificial e instrumentalização digital no ensino: a semi-formação na era da automação computacional", em que a mesma buscou apresentar as possibilidades de uma possível inserção digital no ensino. Ao apresentar as diversas ferramentas e sistemas inteligentes para a educação, o autor caracteriza o hibridismo tecnológico como uma tendência advinda de uma demanda social, e que refletirá no desenvolvimento de novas habilidades para uma sociedade emergente. O mesmo entrelaça a educação formativa inserida gradativamente aos recursos de sistemas inteligentes em que irão proporcionar um aprendizado específico e autônomo, de modo a aproximar a escola das indústrias de trabalho a fim de desenvolver competências que irão incidir na constituição de um indivíduo social que venha a atender essa transformação digital na nova era formativa. Nessa perspectiva, o autor relata o desenvolvimento tecnológico como propulsor das mudanças de pensamento e sensibilidade humana, sendo caracterizados, atualmente, pela incorporação das técnicas de IA para a simulação das capacidades de cognição do indivíduo. A máquina passa a ter maior autonomia no que tange à programação virtual de aprendizagens e utilização das tecnologias inteligentes para produzir, organizar e representar o conhecimento de modo a prevalecer os recursos digitais para manter as etapas intermediárias da aprendizagem como a atenção, percepção, memória, linguagem e pensamento, tomados por modelos computacionais dotados de redes neurais artificiais capazes de oferecer com precisão e velocidade, informações personalizadas do aprendente, e desenvolver características adicionais no aprendizado. Por intermédio das máquinas inteligentes, as atividades intelectivas passam a ser automatizadas e as práticas pedagógicas tendem a migrar para um cenário educacional.

O autor inicia apresentando o novo movimento contemporâneo carregado de conectividade e virtualização. Denominado de "admirável mundo novo", o pesquisador aponta a cibernética como parte principal desse contexto e identifica os autômatos artificiais e sencientes como recursos integrantes desse desvelamento cultural. Dispositivos organicamente desenvolvidos por linhas de comando, rotinas e instruções lógicas, constituídos de simulações de conexões neurais, são capazes de identificar padrões a partir dos diferentes modelos a que são expostos. A programação dessa nova linguagem computacional constituída de signos e representações do conhecimento fomenta novas propostas de ensino com o intento de atender o objetivo de uma educação progressista e libertadora.

Fonte: Acervo pessoal da autora (2021).

Em decorrência da construção da síntese interpretativa dos significados dos fenômenos estudados, o segundo momento remeteu à articulação das relações encontradas na desconstrução dos textos. Elencar tais relações gerou condições para a categorização, momento de expressar novos entendimentos a partir de um novo conceito interpretativo. Como dizem Moraes e Galiuzzi (2006, p. 125), "as categorias emergem resultantes deste movimento de compreensão do que está sendo significado pelo pesquisador".

O processo de categorização emergiu a partir do encontro de termos e expressões semelhantes e repetitivos da desconstrução da unitarização dos textos, momento em que me desafiei e que, com foco no propósito desta pesquisa, encontrei estímulo em meio ao caos.

A combinação da unitarização e categorização corresponde a movimentos no espaço entre ordem e caos, em um processo de desconstrução que implica construção. A unitarização representa um movimento para o caos, de desorganização de verdades

estabelecidas. A categorização é movimento construtivo de uma ordem diferente da original (MORAES; GALIAZZI, 2006, p. 125).

Voltado ao problema de pesquisa, a desmontagem dos textos gerou um emaranhado de elementos possíveis de desatar a partir do movimento de desintegração, que culminou na construção de categorias, subcategorias, termos e expressões reconhecidos no *corpus* da pesquisa e que emergiram de forma indutiva. A categoria analisada e denominada *Sistemas especialistas* remeteu às subcategorias que foram exploradas e nomeadas, inicialmente, como *sistemas tutores inteligentes na educação, linhas de pesquisa, competências e habilidades e inserção da cultura digital na educação*. Insatisfeita com essas definições um tanto superficiais, revisei novamente os objetivos iniciais deste estudo, quais sejam: selecionar estudos referentes ao objeto de pesquisa; descrever os elementos que permeiam a constituição de um sistema especialista; identificar e analisar as competências e habilidades que o estudante pode desenvolver ao interagir com a inteligência artificial.

Dessa forma, imersa na síntese argumentativa que construí, despertei para as categorias e respectivas subcategorias articuladas ao contexto geral da esfera principal. Dessa imersão categórica emergiram os termos e expressões que conduziram a reconstrução do texto a partir de uma análise minuciosa e reflexiva, cujo significado remonta à possibilidade de simulação das capacidades de cognição do estudante no tocante ao ensino e aprendizado personificado. O quadro a seguir representa essa construção:

Quadro 3 - Categorias e subcategorias emergentes

Categorias	Subcategorias
Sistemas especialistas na educação: técnicas de IA para um ensino e aprendizagem contemporâneos	1. Personalização do ensino: o estudante e a subjetividade
	2. Algoritmos de aprendizagem: monitoração e feedbacks constantes e construtivos
	3. Simulação interativa: linhas de pesquisa conexionalista e simbólica
Cultura digital na educação: conectividade e virtualização como novo modelo de educação	1. Ator pedagógico: o papel do professor e o hibridismo tecnológico
	2. Modelagem e representação do conhecimento: domínios de ensino e aprendizagem
	3. Equipe multidisciplinar: características formativas para inspirar o estudante
	4. IA e o estudante: algoritmos de aprendizagem para o desenvolvimento de habilidades e competências

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Como uma ferramenta que media a produção de novos entendimentos dando significância para reconstruir novas formulações com um ponto de visto próprio do sujeito pesquisador (MORAES; GALIAZZI, 2006), o processo começa a tomar forma a partir de compreensões subjetivas das vozes de seus sujeitos de pesquisa, construindo, assim, o que é

chamado de metatexto analítico que, segundo Guimarães e Paula (2020, p. 687), permite uma “outra compreensão do texto”.

A interpretação e produção de novos argumentos contempla a criação de um texto hodierno, tendo o pesquisador como protagonista dessa construção. De acordo com Guimarães e Paula (2020, p. 687), “Nesta etapa, o pesquisador considera o discurso coletivo das condições de produção em que o texto foi elaborado, pois esta é a referência para ressignificar o discurso coletivo e possibilitar a compreensão de novos significados”. Nesse contexto é que surgiu a síntese integradora em decorrência das interpretações subjetivas de cada obra selecionada e que, pelas vozes de outros pesquisadores, foi possível desmembrar os textos para, posteriormente, construir uma nova interpretação, a partir de uma nova voz.

Constantemente, observa-se a velocidade com que as novas tecnologias estão adentrando o cotidiano da sociedade. Diante disso, a concepção de sistemas tutores inteligentes na educação parece ser o caminho para encurtar distâncias entre a tecnologia e o sujeito social, mediando a possível construção do conhecimento e desenvolvimento de competências e habilidades para a formação de uma sociedade mais autônoma e com grande capacidade de criação. A interação com esses aparatos tecnológicos poderá contribuir para a emancipação e desenvolvimento de potenciais orientados ao propósito de vida de cada estudante.

Diante dessa perspectiva, apresento o novo texto que construí a partir da integração e desconstrução das obras previamente analisadas. Com base na interpretação das vozes dos autores intercalada com minhas reflexões, produzi um texto totalmente novo, respeitando os estudos e descobertas que suportaram a escrita de todo este projeto. Sendo assim, apresento a primeira categoria intitulada “Sistemas especialistas na educação: técnicas de IA para um ensino e aprendizagem contemporâneos” a qual suporta as subcategorias nomeadas como sendo “Personalização do ensino: o estudante e a subjetividade”; “Algoritmos de aprendizagem: monitoração e *feedbacks* constantes e construtivos” e “ Simulação interativa: linhas de pesquisa conexionista e simbólica”. A segunda categoria “Cultura digital na educação: conectividade e virtualização como novo modelo de educação” contempla as subcategorias intituladas “Ator pedagógico: o papel do professor e o hibridismo tecnológico”; “Modelagem e representação do conhecimento: domínios de ensino e aprendizagem”; “Equipe multidisciplinar: características formativas para inspirar o estudante” e “IA e o estudante: algoritmos de aprendizagem para o desenvolvimento de habilidades e competências”.

4.1 SISTEMAS ESPECIALISTAS NA EDUCAÇÃO: TÉCNICAS DE IA PARA UM ENSINO E APRENDIZAGEM CONTEMPORÂNEOS

Segundo Campos (2018), um sistema especialista é um programa dotado de técnicas de inteligência artificial que buscam simular o raciocínio dedutivo do homem. Conhecido também por sistemas tutores inteligentes (STI), esses programas computacionais objetivam atender a nova demanda de ensino e aprendizagem no sistema de uma educação perspectivada em aprendizagens significativas (DIAS, 2009). Composto por um banco de dados de conhecimento que pode ser alimentado constantemente pelo docente, o sistema tutor inteligente possui dinamicidade ao reconhecer o modelo do aluno e ofertar estratégias de ensino e aprendizagem específicas às características do usuário, podendo proporcionar metodologias diferenciadas conforme a matéria estudada, fomentando o interesse pela busca por novos conhecimentos.

Como analisado nas leituras selecionadas, a escolha do termo *Sistemas Especialistas na educação* ocorreu pela interpretação dos apontamentos de Dias (2009) quando a autora apresenta a concretude que esse programa oferece no que tange ao desenvolvimento das habilidades e competências específicas de cada estudante. Nesse contexto, a primeira categoria apresentada contempla as seguintes subcategorias: Personalização do ensino: o estudante e a subjetividade; Algoritmos de aprendizagem: monitoração e *feedbacks* constantes e construtivos e Simulação interativa: linhas de pesquisa conexionista e simbólica. Da mesma forma, por se tratar de um sistema especialista que abrange o uso das novas tecnologias na educação, definir um programa que é capaz de incorporar técnicas de inteligência artificial para promover um ensino e aprendizagem dinâmicos, que objetive acompanhar as transformações culturais, sociais, políticas e tecnológicas, bem como capacitar o estudante para uma interpretação enérgica do movimento contemporâneo, poderá atender o contexto de uma sociedade movimentada em rede.

Sendo assim, esses estudos parecem indicar que a trajetória do ensino poderá ser orientada através das características subjetivas do estudante, de modo a interpretar as características formativas para potencializar a aprendizagem. A oferta de um estudo orientado ao modelo do aluno tende a desenvolver o binômio ensino e aprendizagem de forma mais dinâmica, aproximando as transformações tecnológicas dos novos cenários da educação.

4.1.1 Personalização do ensino: o estudante e a subjetividade

Um sistema é inteligente quando ele possui capacidade de reconhecer a subjetividade do aprendiz. O reconhecimento decorre da interpretação do modelo do estudante no momento de diagnosticar, minuciosamente, as características de aprendizado e grau de velocidade, bem como os níveis de interesse associados aos objetivos de vida a que o estudante aspira. De acordo com Vicari (2018a, p.15), o modelo do aluno é gerado da seguinte forma:

Os sistemas captam e armazenam informações sobre os estudantes (conteúdos acessados, participações em fóruns, acertos em exercícios, número de vezes que buscaram tutoria, dúvidas apresentadas, estado emocional frente aos desafios encontrados durante uma tarefa etc.). Esse modelo é utilizado para personalizar o processo de aprendizagem em STIs e para fornecer itinerários que possibilitem melhor adaptação do conteúdo ao nível de conhecimento do indivíduo.

Com base na análise do diagnóstico efetuado pelo tutor humano, alimenta-se o banco de dados com as informações previamente colhidas para, então, o sistema interpretar o perfil do estudante de modo a conduzir para um ensino personificado, que atenda a real necessidade de formação de cada sujeito. Esse modelo de abordagem pedagógica consegue identificar níveis finos de aprendizagem, podendo interpretar o grau de evolução do estudante em cada matéria estudada, bem como o interesse e a busca pelo incentivo à pesquisa de informações mediada por ferramentas de busca como *Google*[®], *Yahoo*[®], portais ou plataformas. Da mesma forma, em decorrência da interpretação do relatório do estudante, o sistema reconhece os pontos de dificuldade ou erros recorrentes que necessitam de uma metodologia diferenciada para promover o ensino e a aprendizagem. Com isso, há a possibilidade de ofertar uma dinâmica de ensino orientado às especificidades de cada estudante, associadas à interpretação dos resultados de aprendizagem de determinada matéria, transformando as dificuldades em ganhos de potencial elevado. Vicari (2018a, p.90) salienta que:

Esses sistemas alcançam níveis finos de detecção do ponto do conteúdo educacional em que o aluno particular apresenta problemas (estado cognitivo) e, então, podem interferir, de forma especializada (por exemplo, utilizando o estilo de aprendizagem e o estado emocional de um aluno) em como apresentar o conteúdo (o que se vai ensinar), da forma mais adequada para cada indivíduo.

A construção do conhecimento é um processo que ocorre por intermédio da relação do estudante com o dispositivo tecnológico senciante, através da interface do sistema. Pela captação de estímulos externos do ambiente, o sistema tutor inteligente é adaptável às características subjetivas de cada usuário, identificando suas preferências, habilidades e

comportamentos advindo de vivências particulares que incidem na construção do itinerário de aprendizagem do estudante, visto que a articulação do modelo do estudante associado ao conhecimento prévio que ele contempla, pode facilitar a construção de novos conhecimentos. Campos (2018) afirma que o objeto senciente é capaz de se adaptar e autorregular no momento que interage com o ambiente. Como principais funções, a capacidade de reconhecer padrões de comportamento utilizando os comandos de verificação simultânea, atribuição de classificação e categorização, relacionado à memorização e distribuição dos dados compartilhados em etapas sequenciais e específicas para cada modelo, as redes neurais reconhecem características externas do sujeito como a visão e a audição, diversos formatos faciais expressivos e padrões de comportamento social, cultural, político e econômico.

As interfaces de usuário estão cada vez mais naturais e sofisticadas através do reconhecimento de voz, permitindo que os seres humanos interajam com a máquina de forma semelhante a como interagem uns com os outros. As redes neurais, que já modelam funções dos cérebros humanos, permitem às máquinas interpretar e reagir a insumos específicos, como palavras e tom de voz (VICARI, 2018a, p. 155).

Diante disso, a possibilidade de individualizar as instruções de ensino enriquece as práticas educativas e incentiva a busca por novos conhecimentos (DIAS, 2008). A real conjuntura de um grupo de alunos em uma sala de aula é heterogênea, portanto o sistema tutor inteligente contempla a viabilidade para suportar a diversidade e oferecer estratégias de ensino diversificadas, a fim de proporcionar uma educação transformadora e desenvolver capacidades que conduzam o indivíduo para o exercício de uma cidadania ativa.

Nesse sentido, o modelo interacionista, provido da interação com o meio físico e social por meio da ação e problematização do estudante (DAMIANI; NEVES, 2006) pode ser a teoria do conhecimento que venha a atender o objetivo desta educação perspectivada no ensino personalizado. Esse sistema comporta a aprendizagem com maior amplitude e controle do desenvolvimento de competências e habilidades para o novo mundo, o que oferece espaços de aprendizagem mais dinâmicos e adaptativos (DIAS, 2009). O arquétipo dos novos espaços escolares fornece recursos advindos de técnicas de IA para romper as principais lacunas da educação, como estratégias de ensino estanques que incentivam a recepção e a passividade de informações externas pelo estudante, e passem a fomentar estruturas de ensino e aprendizagem embasadas na visão interacionista de Vigotsky (1994). Dias (2009, p.118) considera a Teoria Interacionista como sendo a corrente epistemológica ideal para conceber o indivíduo nesse novo processo educativo, pois:

Concebe que existe uma zona de desenvolvimento proximal entre um nível e outro, indicando quais condições do aprendente em relação ao afastamento da zona potencial. Entretanto, é necessário levar em consideração o seu nível de desenvolvimento. A zona proximal equivale às funções do indivíduo que estão sendo amadurecidas. Logo, o desenvolvimento real corresponde ao amadurecimento consolidado, e o desenvolvimento potencial retrata o que pode ser adquirido. A zona proximal revela o que o aprendente será capaz de realizar sozinho, depois de internalizar o aprendido. Por isso, deve-se antever o desenvolvimento de um indivíduo quando se observar o que ele realiza e o que poderá realizar.

Ao agir e problematizar a ação do estudante por intermédio da interação tanto com o meio físico como o social, elencando o hibridismo tecnológico como um recurso de interação, pois, o conhecimento é tido através de interações e construções sistêmicas criadas sucessivamente (DIAS, 2008), a produção do conhecimento poderá migrar para resultados mais significativos e precisos por meio do monitoramento constante do percurso de aprendizagem do estudante.

Raimundo (2006) articula que é necessário mediar os encontros com recursos da inteligência artificial com o propósito de o sistema adaptar-se à subjetividade do estudante, e não mais o estudante adaptar-se à linearidade do sistema. Em se tratando de turmas heterogêneas, entende-se que, o sentido é oferecer um ensino e aprendizagem adaptativos às características de cada sujeito, de modo a valorizar a individualidade e desenvolver competências e habilidades que permeiem pela empatia e responsabilidade, bem como pela ética e flexibilidade em aceitar as mudanças do atual contexto social.

A personalização do ensino pode favorecer o desenvolvimento do estudante de forma livre e vocacional. Nessa perspectiva, o ensino adaptativo pode ser um recurso para o despertar de capacidades individuais visando a formação de indivíduos com ações mais seguras e conscientes, tendo como recurso educativo os algoritmos de aprendizagem para dar suporte e direcionamento orientado às características formativas de cada estudante.

4.1.2 Algoritmos de aprendizagem: monitoração e *feedbacks* constantes e construtivos

O processo de interface armazena informações específicas e modeladas em cada articulação entre os módulos, o que fornece *feedbacks* frequentes acerca da desenvolvimento do estudante referente à matéria estudada. A partir da interpretação dos relatórios, o educador humano interage com o sistema por meio da manipulação de informações, conhecimentos e métodos de aprendizagem que proporcionarão a construção de um caminho de estudo orientado ao perfil de cada estudante (VICARI, 2003).

Os relatórios de aprendizagem contemplam os níveis de desenvolvimento do estudante e são encaminhados à equipe pedagógica, a fim de contribuir para a condução do melhor itinerário de estudo, podendo atender a interpretação do modelo de cada estudante. Dessa forma, possibilita-se identificar os ganhos adicionais de aprendizado bem como reconhecer pontos fracos que precisam ser trabalhados ou desenvolvidos de forma mais assertiva, tendo como atributo a contribuição na construção do conhecimento e consciência das capacidades evolutivas do estudante, estas inspiradas no compartilhamento dos saberes e no poder da iniciativa, no que tange à resolução das mais diversas situações do cotidiano com autoria e criatividade. Ao adotar esse enfoque, a promoção de atividades, conteúdos e tarefas diferenciadas poderão ter o intento de reconhecer a estratégia de ensino que mais se identifica com o modelo de cada estudante e, assim, migrar para uma educação autêntica.

Destarte, um sistema tutor inteligente oferece um novo modelo de ensino e aprendizagem que contempla a inserção de aparatos tecnológicos de convívio social já manuseados pelo indivíduo. Esse arquétipo relaciona o modelo tradicional às novas tecnologias que permeiam o contemporâneo e que são capazes de mimetizar, o máximo possível, o comportamento humano. Não apenas pela mimetização de um tutor humano, mas pela capacidade de diagnosticar, com precisão, níveis de aprendizagem e prever comportamentos do estudante de modo a reduzir ou até evitar cenários ameaçadores, desestimulantes ou de abandono escolar. A partir da previsibilidade diagnosticada pelo sistema, o tutor humano intervém no dispositivo tecnológico e introduz conteúdos e metodologias específicas à interpretação dos *feedbacks* frequentes de aprendizagem do estudante. Nesse momento é que ocorre a educação personalizada, diferenciando-se do arquétipo tradicional de educação, em que o estudante é obrigado a aceitar uma única metodologia de ensino que, em uma sala de aula heterogênea, somente uma forma de ensino não visa atender todos os modelos de aluno ali presentes.

Esse tipo de apontamento só é possível graças à implementação das técnicas de IA que podem, pelo meio das linhas conexionista e simbólica, construir *feedbacks* constantes que representam os níveis de desenvolvimento quantitativo e qualitativo de cada estudante (DIAS, 2009). Diante disso, interpretações de relatórios de aprendizagem construtiva podem reconhecer o nível de cognição e desenvolvimento do aprendizado e conduzir o estudante ao protagonismo do processo educativo, podendo desvelar metodologias tradicionais e fomentar a emancipação do indivíduo.

4.1.3 Simulação interativa: linhas de pesquisa conexionista e simbólica

A ciência da computação oferece, na contemporaneidade, recursos educativos que visam possibilitar um novo modelo de ensino para a educação. A incorporação de técnicas de inteligência artificial nos dispositivos computacionais pode ser uma tendência que beneficia o usuário quanto ao desenvolvimento de novos potenciais.

Com o avanço das pesquisas articuladas ao reconhecimento das novas necessidades da sociedade, a mutação tecnológica torna-se um recurso essencial para a propagação da informação e comunicação em um curto espaço de tempo. Campos (2018) expõe que o hibridismo tecnológico é uma tendência advinda de uma demanda social para uma sociedade emergente. Na era formativa, muitas são as transformações tecnológicas que contemplam a conectividade do sujeito, momento em que é preciso rever parte dos modelos tradicionais de ensino que precisam de ser aprimorados. A desmaterialização das relações sociais e educacionais traça o novo arranjo de sociedade (DIAS, 2009).

Dessarte, um sistema tutor inteligente é o mais propício para ser inserido na educação, pois são agentes capazes de produzir, organizar e representar o conhecimento, a fim de proporcionar um aprendizado específico e autônomo para o novo movimento social (CAMPOS, 2018). De um modelo estático a dinâmico, o conhecimento exige uma conectividade sistematizada e, dessa forma, a reformulação urgente das práticas pedagógicas tradicionais (DIAS, 2009). Visto que o maior diferencial de um STI é fornecer o ensino personalizado (VICARI, 2018), o programa suporta a linha conexionista da ciência da cognição, constituído de redes neuronais artificiais incorporadas de neurônios receptores, de associação e motores, momento em que esse conjunto mimetiza, ao máximo, a estrutura de um cérebro humano. Essa malha de conexões fornece flexibilidade e é adaptável sempre que houver a necessidade de reconfiguração diagnosticada pela interpretação dos *feedbacks* dados pelo sistema. Da mesma forma, a linha simbólica acompanha o novo cenário educativo e é articulada ao modelo conexionista quando Fernandes (2004) salienta que é um conjunto de regras e caracteres que buscam compreender o funcionamento da mente humana, como o raciocínio e o aprendizado. Esse conjunto de regras e fórmulas matemáticas constituem os algoritmos de aprendizagem da máquina que, atualmente, promovem o conhecimento simbólico e virtual.

Todas essas informações projetadas pela linha conexionista e simbólica são constituídas de técnicas de inteligência artificial, mais precisamente de neurônios artificiais que independem de uma programação. No entanto, esses neurônios artificiais dependem da alimentação do banco de dados para representar o conhecimento a partir de exemplos recorrentes no cerne da

inteligência artificial, através da inferência, sendo o mecanismo da retroalimentação que migra para a interpretação da base de dados do sistema.

O aparato tecnológico que mimetiza o comportamento cognitivo e psicológico do homem compõe técnicas de inteligência artificial semelhantes ao sistema nervoso central humano. As capacidades humanas que a máquina pode representar se classificam em: capacidade de percepção, representação e modelagem do conhecimento, conceituação, juízo, raciocínio, atenção, consciência, linguagem e aprendizagem. Essas técnicas de IA são capazes de mimetizar o pensamento e a inteligência humana de modo a promover um aprendizado autônomo, visto que o ser humano, em sua diversidade, possui diferentes formas de se expressar com o mundo (FERNANDES, 2004).

Em decorrência disso, a articulação das linhas conexionista e simbólica constituem os dispositivos de uso diário da sociedade contemporânea. A interação com os aparatos providos de IA permeiam a coletividade e fomentam a conectividade e a virtualização dos novos espaços sociais e nas mais diversas formas de interação e disseminação da informação. A nova cultura de rede talvez possa adentrar os cenários escolares como uma alternativa para promover a interação do estudante com os novos recursos da tecnologia digital. Assim, poderia se tornar um desafio para os atores dessa rede rumo à construção de conhecimento entrecruzado, dinâmico e atrativo.

4.2 CULTURA DIGITAL NA EDUCAÇÃO: CONECTIVIDADE E VIRTUALIZAÇÃO COMO ESTILO DE ENSINO E APRENDIZAGEM

Promover cenários dinâmicos de ensino e aprendizagem é uma característica da inserção da cultura digital nas escolas (SAKOWISKI; TÓFOLLI, 2015). A conectividade social traça novos itinerários para que a educação revise metodologias tradicionais e articule técnicas de inteligência artificial como sendo um novo recurso educativo. Pela celeridade com que as transformações tecnológicas avançam na sociedade, novas características culturais também são construídas, advindas da emergente necessidade de compartilhamento em rede.

A inserção da cultura de rede parece ser a mola propulsora para desfragmentar um ensino estanque. Pela possibilidade de a inteligência artificial ser constituinte da *cibercultura*, o rompimento de um paradigma muitas vezes assusta aquilo que, de certa forma, é tradicional. Por esse motivo, estudantes manuseiam e são possuidores das novas tecnologias que, conforme Barbosa e Silva (2018), vêm provocando novos hábitos de estudo e aprendizagem e que

poderiam já estar inseridas nos espaços escolares, de maneira a fomentar um ensino composto de significados transformadores para cada estudante.

Diante disso, percebe-se o meta-aproveitamento da internet no tocante à desenvolvimento humana, visto que, até o presente momento, não atingimos a característica de emancipação do indivíduo. De acordo com Raimundo (2006), esse modelo de educação surge da necessidade acompanhada das dificuldades provocadas pelo meta-aproveitamento da cultura de rede. A educação tradicional ainda não fomenta um ensino que possa libertar capacidades inatas e direcionar talentos para viver a maioria. Somos ensinados e aprendemos seguindo um currículo fragmentado que permeia por uma educação tradicional, centrada no conhecimento do professor e passiva à receptividade de informação e conhecimento, construída para seguir padrões de comportamento e pensamento, estagnando as capacidades de autonomia e libertação do estudante. Até esse momento, a repetição de ideias e a exposição de conteúdos generalistas são uma realidade na atual educação (BARBOSA; SILVA, 2018).

Como um recurso prático e cognitivo, a sociedade caminha rumo à manipulação dos objetos sencientes, utilizando-os nas ações do cotidiano como forma de contribuir com a solução das mais diversas atividades do dia a dia com rapidez, segurança e maior precisão (FILLIPO; MARCONDES; SANTOS, 2019). O conhecimento adquirido pelo uso dos sistemas inteligentes nas práticas sociais ocorre através da necessidade de acompanhar a transformação tecnológica, de modo a evitar a obsolescência humana. Porath, Xisto e Tilp (2019) dizem que é preciso incentivar a aproximação das universidades às indústrias de trabalho e que, para que isso aconteça de forma efetiva, é necessário idealizar um modelo educacional mais próximo da atualidade, relacionando o contemporâneo às tecnologias digitais e de automação. No entanto, sendo por extrema necessidade, o uso desses recursos ainda é superficial e a falta de aprofundamento teórico e prático sobre as características do pensamento computacional e suas funcionalidades é longínqua. Para encurtar essa distância, introduzir disciplinas que contemplem o pensamento computacional como conteúdo a ser estudado, pode articular o conhecimento às habilidades de formação de indivíduos alinhados à necessidade do renovo social (PORATH; XISTO; TILP, 2019).

A disparidade entre os sujeitos receptores de informação comparados às potencialidades que os aparatos sencientes trazem para o usuário, podem se dar mediante a ausência desses recursos na educação. Vivem-se experiências tecnológicas contemporâneas e, no entanto, a realidade é de uma sociedade que não foi educada tecnologicamente a fim de usufruir dos ganhos adicionais que o hibridismo tecnológico oferece. Como resultado reconhecem-se

indivíduos providos de uma alienação resultante da carência educativa desses recursos nas escolas.

Campos (2018) afirma que a educação tradicional deve inserir, gradativamente, os recursos de sistemas inteligentes para proporcionar uma aprendizagem de maior significado para o estudante. A emancipação do sujeito é um processo que se inicia desfragmentando modelos de comportamento primitivos e oferecendo possibilidades de desenvolvimento contínuo em práticas escolares embasadas por algoritmos de aprendizagem. Para que essa concepção formativa de sociedade seja uma constante para a nova era de formação humana, a inserção de sistemas inteligentes nas práticas mediadoras de ensino escolar deve contemplar um planejamento imediato. Mudanças de pensamento e sensibilidade humana só serão modificadas a partir da incorporação de técnicas de IA para a simulação das capacidades de cognição e comportamento humano (CAMPOS, 2018).

O desvelamento cultural oportuniza o enriquecimento do capital intelectual do indivíduo. A expansão da mentalidade humana é um processo que pode ser estimulado de forma gradativa, ao passo que exige o reconhecimento dos diferentes modelos de alunos possuintes de um grande conhecimento advindo de suas características e experiências de vida. A partir do momento em que houver a abordagem horizontal no que tange à utilização dos recursos dos sistemas inteligentes na educação, tendo como atributo a emancipação do estudante, haverá possibilidade de desvelar o modelo de ensino e aprendizagem tradicional e dar voz a uma sociedade que vivencia as novas tecnologias e que, no entanto, é apenas receptora da mutação tecnológica. Assim, a educação poderá migrar para uma nova concepção de ensino e aprendizagem.

Campos (2018) diz que os recursos de sistemas inteligentes proporcionarão um aprendizado específico e autônomo, de modo a aproximar a escola do contemporâneo e constituir indivíduos que atendam a essa transformação digital. Com o progresso tecnológico, sistemas inteligentes interligados à rede computacional buscam oferecer novos formatos de relacionamento entre homem, máquina e sociedade (FILLIPO; MARCONDES; SANTOS, 2019). Dessa forma, compreender que o movimento cultural influencia nas ações do cotidiano pode ser o primeiro passo para as escolas tomarem a iniciativa de introduzir sistemas inteligentes como sendo objeto integrante do material de manuseio escolar. Da mesma forma que o estudante precisa dispor de lápis, borracha, caneta e caderno para poder estudar, o dispositivo tecnológico que contempla um sistema inteligente também poderá fazer parte do conjunto de material, sendo um recurso necessário para aprimorar as características individuais em um ensino personificado.

As transformações sociais fazem parte das descobertas da humanidade. Viver essas mutações é parte integrante da experiência humana. O movimento contemporâneo vivencia uma transformação tecnológica emergente, célere, criativa e com enorme poder para descaracterizar o ensino e a aprendizagem tradicionais. A incorporação dos sistemas inteligentes nas práticas escolares é um processo de transformação estudantil, do antigo para o novo, o que coincide com a real necessidade da conectividade social (SAKOWISKI; TÓVOLI, 2015). Para Fernandes (2004), o uso das tecnologias digitais é fundamental para a completude e transformação da sociedade. Nesse tocante, para que as escolas continuem permeando uma educação contemporânea, em que o estudante é o centro do processo educativo, poderá ser necessário articular recursos inteligentes às práticas pedagógicas. Da mesma forma, reconhecer a importância do papel do professor como mediador desse processo, poderá ser fundamental para que se obtenham ganhos significativos na educação.

4.2.1 Ator pedagógico: o papel do professor e o hibridismo tecnológico

A ordenação e a regulação dos dispositivos inteligentes de ensino e aprendizagem auxiliam com o planejamento das atividades docentes, contribuindo com a otimização dos processos pedagógicos. Segundo Campos (2018. p.133-134 grifos nossos), a IA aplicada à educação poderá contribuir, sobretudo, de três maneiras:

Oferecimento de avaliações *just in time* para moldar a aprendizagem: pelo reconhecimento de padrões no grande volume de dados referentes aos professores e alunos, a IA permite obter informações *just in time* sobre os sucessos, desafios e necessidades dos aprendizes, tornando possível prognosticar tendências de um aluno abandonar um curso ou prever situações em que o aluno possa fracassar. **Oferecimento de conhecimentos sobre como a aprendizagem está progredindo:** por intermédio de análises que revelam não apenas os acertos e erros do aprendiz em relação a um problema, mas como ele chegou a uma determinada resposta. **Produção de avanços para além do modelo “parar e testar”:** trazendo outras possibilidades de avaliação que não se limitem ao modelo tradicional que testa pequenas parcelas do que foi ensinado. A inteligência artificial aplicada à educação abre a possibilidade de avaliação contínua de todas as atividades de aprendizado significativo que acontecem no processo de ensino.

O conhecimento é representado pela alimentação do banco de dados, etapa em que se define o modelo do conhecimento que deve ser adquirido pelo estudante. Essa modelagem baseia-se na interpretação das características do estudante, as quais devem articular-se à matéria a ser estudada. Uma mesma matéria pode ser ensinada de formas diferenciadas para uma classe heterogênea, adaptando o ensino às particularidades do estudante. De acordo com Maia,

Pacheco e Sousa (2020), o método de ensino reconhece os percursos individuais de aprendizado associados aos conhecimentos, habilidades e atitudes precedentes do sujeito. Sendo assim, o sistema faz um diagnóstico dos conhecimentos prévios comparado ao conhecimento alimentado no modelo de domínio, ou seja, na matéria que se deseja ensinar. Esse processo ocorre por meio da interface do sistema e o resultado dessa análise é encaminhado ao modelo pedagógico, responsável por identificar a estratégia de ensino que mais se identifica ao modelo do estudante (DIAS, 2009).

O processo cognitivo é subjetivo e quanto maior for a interação do sujeito com o meio ambiente maior será o nível de desenvolvimento de suas capacidades cognitivas (FERNANDES, 2004). Embasadas a partir de uma formação multidisciplinar, as habilidades de cognição são potencializadas no momento em que a interatividade acontece. Esses estímulos são direcionados ao modelo de domínio que, articulados ao modelo do aluno, representam o planejamento de estudo que melhor se identifica com os anseios de vida do estudante.

Em meio a essa dinâmica de construção pedagógica, o professor assume um papel fundamental. Diante da busca pelo saber e aprimoramento constante das habilidades técnicas, o professor representa o elo entre o estudante e o itinerário de estudo voltado para a aprendizagem e o desenvolvimento. Assim, a partir da sua mediação, a interpretação dos resultados de aprendizagem pode se tornar mais simples, ao passo que a tomada de decisão que conduzirá o estudante para as próximas etapas do processo de ensino e aprendizagem poderá ser orientada conforme o modelo do estudante. Isso decorre a partir da possibilidade de interação que o estudante estabelece com o sistema inteligente e da dinamicidade que o dispositivo oferece para conduzir novas práticas de ensinar e aprender.

O ponto de partida se dá através da participação do professor capacitado para diagnosticar e prover de informações e conhecimento a máquina inteligente que o auxilia no itinerário percorrido pelo estudante. Campos (2018) afirma que as atribuições do professor são as de alimentar o banco de dados, emitir e interpretar relatórios de desempenho, realizar pesquisas e sanar dúvidas pontuais, de modo a preencher as possíveis lacunas desse novo cenário. Além disso, “os professores continuarão sendo os condutores principais do processo educativo, os maestros que regem quando e como usar os instrumentos de IA” (CAMPOS, 2018, p. 133).

Sistemas tutores inteligentes trazem para o corpo docente, recursos pedagógicos caracterizados por tecnologias digitais que, talvez, possam potencializar a gestão da educação e as rotinas diárias de classe. A desburocratização de papéis e documentos que antes consumiam tempo em demasia, associado a avaliações microscópicas do estudante, deixavam passar

despercebidos potenciais inatos do estudante. A partir deste momento, o professor deixa de ser o centro do saber e passa a ser um mediador do conhecimento, fomentando o protagonismo do estudante para o novo contexto social. O novo cenário de aprendizagem representa o conhecimento por meio da aplicação de técnicas de IA, ficando a cargo do mediador/orientador conduzir o grupo de estudos de modo a trabalhar a autonomia e o comprometimento com o propósito de cada integrante (FERNANDES, 2004).

Em decorrência disso, o estudante também torna-se detentor do conhecimento, cabendo ao professor estimular atributos como o companheirismo, a compreensão, a orientação e o apoio, provendo a harmonia entre as relações interpessoais. Para isso, pode ser preciso construir novos modelos comportamentais para concernir a figura do educador a partir de agora. O mapeamento do perfil do estudante fornece subsídios para o docente alimentar o banco de dados com estratégias de ensino e aprendizado diferenciadas.

Como atributo adicional do professor, ele passa a interpretar *feedbacks* constantes fornecidos pela máquina inteligente sobre os níveis de evolução qualitativa e quantitativa de desempenho do estudante. Durante o processo de interação híbrida, o sistema inteligente colhe e diagnostica dados e informações referentes aos índices de aproveitamento de cada etapa percorrida pelo estudante. Nesse momento, o professor interpreta os relatórios de desenvolvimento e reconhece níveis finos de aprendizagem, etapa em que é possível intervir nos modelos representativos, a fim de corrigir falhas e *déficits* de aprendizado. Nesse sistema, os módulos são representados de forma individualizada. Partindo do modelo de interface, o modelo pedagógico, o modelo do aluno e o modelo de domínio permanecem separados, porém em constante interação com o sujeito aprendente (DIAS, 2009). No entanto, independentemente da tecnologia utilizada para a construção de um STI, todo sistema especialista contempla três componentes, que são básicos. Vicari (2018a, p.90) considera:

O modelo do aluno (conhecimento inicial sobre o tema de quem vai aprender e, em muitos casos, também o estado emocional do estudante). O modelo pedagógico (estratégias e táticas pedagógicas – como será ensinado). A base de conhecimentos sobre o que será ensinado [...]. São, no geral, sistemas especializados em determinado conteúdo e podem ser utilizados em todos os níveis do ensino formal e não formal [...].

Visto que os modelos representativos não necessariamente necessitam da presença física do professor para dispor o conteúdo e o método ideal para cada perfil de estudante, o professor, além de facilitador, conduz as práticas pedagógicas mediadas pelos recursos da inteligência artificial incluindo material sempre que achar pertinente uma alteração. Para Raimundo (2006),

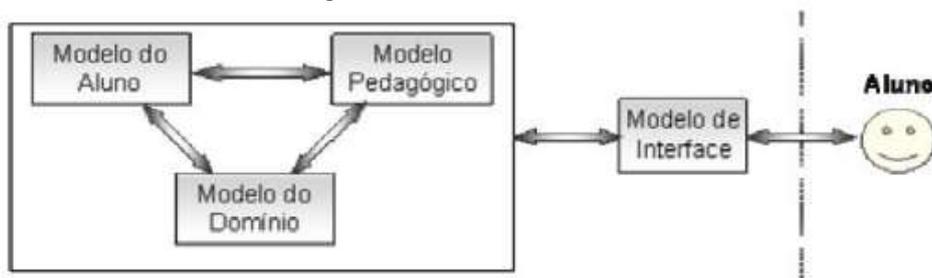
a aderência de sistemas inteligentes na educação oferece a oportunidade de inclusão de novos conteúdos pelo corpo pedagógico a qualquer momento e em qualquer disciplina. Sendo assim, o arquétipo que representa a construção de um sistema especialista contempla etapas que se comunicam entre si, e, a partir da composição de domínios, é possível intercalar aos métodos tradicionais de ensino, recursos da IA para promover uma educação que atenda às necessidades do contemporâneo.

4.2.2 Modelagem e representação do conhecimento: domínios de ensino e aprendizagem

Os autômatos artificiais e sencientes são recursos de aprendizagem que desvelam o formato tradicional de ensino. Providos de modelos que identificam padrões de aprendizado, os dispositivos inteligentes são mecanismos para corroborar a educação e desenvolver competências e habilidades para uma nova necessidade social. A conectividade favorece a demanda da inserção de sistemas inteligentes para uma educação formativa e rica em compartilhamento de saberes e velocidade de informação.

Diante do exposto, defere-se a emergência de capacitação do corpo pedagógico no que tange à inserção e manuseio das tecnologias inteligentes para uma educação emancipatória. Campos (2018) aponta a necessidade de reformulação do ensino educacional quando identifica a inteligência artificial como um sistema projetado para interagir com o mundo. Para assegurar aprendizagens bem-sucedidas no campo dos sistemas tutores inteligentes, é importante compreender como cada modelo funciona, pois a IA busca representar o pensamento humano através de modelos implementados em computadores (VICARI, 2003). De forma isolada, os modelos representam a interface da seguinte forma:

Figura 3 - Modelo de interface



Fonte: Dias (2008).

A construção da primeira função algorítmica denominada modelo de domínio contempla o conteúdo a ser estudado. Por intermédio da interação do estudante com a interface do sistema, esse modelo faz uma analogia dos conhecimentos prévios que ele possui em decorrência do atual conhecimento já existente no modelo. O resultado desse diagnóstico é encaminhado ao modelo seguinte, denominado modelo pedagógico, elemento que advém da representação do conhecimento e delimita a abordagem ideal de ensino para cada situação apresentada. Conforme Dias (2008, p. 111), “o potencial interativo se molda aos sistemas tutores inteligentes a partir da ação de seus componentes, nas figuras dos modelos de domínio, modelo pedagógico, no modelo de estudante e interface”. Assim sendo, o especialista humano pode alimentar o banco de dados com estratégias distintas de aprendizagem, atendendo o estudante na sua integralidade. Dias (2008, p.112) discorre sobre a arquitetura tradicional do STI da seguinte forma:

No modelo do aluno estão armazenadas e modeladas as suas características, oferecendo particularidade e garantindo a personalização da aprendizagem. No modelo pedagógico ou do tutor, está o conhecimento sobre as estratégias e táticas para selecioná-las, levando em consideração as características do aprendente representadas no modelo do aluno. No modelo de domínio, está contido o conhecimento sobre o conteúdo a ser aprendido, a partir de regras de produção. E o modelo de interface contém as informações necessárias para que a interação tutor/aprendente ocorra de forma objetiva e clara, podendo apresentar links que direcionem o aprendente durante a aquisição do conhecimento.

Os conceitos são apresentados no banco de dados e expressados por meio da lógica. Essa arquitetura contempla a codificação do conhecimento em cadeia, regras de produção, deduções e decisões manifestadas pela representação artificial do conhecimento (FERNANDES, 2004). O modelo pedagógico baseado em regras migra o conhecimento alimentado pelo professor para o banco de dados, composto por um embasamento concreto de conhecimentos inerentes à autenticidade do estudante e selecionados pelos coordenadores de cada área, o que favorece o desenvolvimento de habilidades inatas e subjetivas do estudante. Para que ocorra a simulação por técnicas de IA, os fenômenos e os modelos são ofertados prontos para o estudante, tendo ele a autonomia de definir o itinerário do seu próprio conhecimento. Por fim, o modelo do aluno contempla o perfil de aprendizagem do usuário. Características como velocidade, raciocínio, graus de dificuldade e interesses são identificadas e delineadas para uma trajetória de ensino que respeitem a integralidade do estudante (VICARI, 2003), o que garante um ensino e aprendizado autêntico. Para que o ensino adaptativo esteja congruente à dinâmica de formação dos modelos de interface, a junção do conhecimento

multidisciplinar poderá contribuir na concepção de sistemas especialistas mais completos e de maior eficiência.

4.2.3 Equipe multidisciplinar: características formativas para inspirar o estudante

Em decorrência do modelo tradicional de ensino, o perfil do educador caracterizou-se por ser o de detentor do conhecimento na entrega de conteúdo, disciplina e certificação (FREIRE, 2015). As mudanças no cenário escolar advindas de longos anos de transformações e descobertas também fizeram parte das tendências do passado, a iniciar pela substituição do quadro negro pelo quadro verde e, sucessivamente, pelo quadro branco, substituindo o giz pelo marcador para quadro branco. Em um período um pouco mais adiante, é válido considerar a incorporação de aparatos tecnológicos, como, por exemplo, o computador do professor e o recurso multimídia, para projetar uma grande tela para os estudantes acompanharem a matéria estudada. Outro exemplo que é possível elencar, no que tange às adaptações nos arranjos escolares, foi a inserção dos laboratórios de informática que objetivaram a produção do conhecimento de modo a acompanhar as transformações da sociedade.

Diante desse contexto, a educação foi aderindo aos novos recursos de ensino e aprendizagem com o intento de acompanhar as diferentes fases da era formativa. Atualmente, a sociedade vivencia uma nova transformação cultural e tecnológica, podendo ser importante a readaptação e a inserção das novas tecnologias no interior das escolas. Construir cenários inovadores de aprendizagem pode exigir da educação um esforço ainda maior. Para que essa proposta tenha êxito, poderá ser preciso romper as lacunas que bloqueiam a entrada das tecnologias inteligentes na educação contemporânea. Para isso, a contribuição do educador na concepção dos sistemas educativos incorporados de técnicas de IA será primordial para transmutar o binômio ensino e aprendizagem. Impulsionar os educadores na participação da construção de *softwares* educativos é uma forma de articular os sistemas inteligentes à educação tradicional (DIAS, 2008). Utilizando as tecnologias inteligentes como apoio ao professor e integração desses espaços de aprendizagem com propósitos inovadores para uma educação transformadora, pode ser possível a oferta de uma aprendizagem significativa, derivada da experiência do pensar e da natureza do fazer e interagir.

Esse fenômeno poderá acontecer quando houver a capilarização dos conhecimentos e experiências advindas de uma equipe multidisciplinar que, através do compartilhamento dos saberes, poderá construir novas linguagens de diferentes abordagens que visam a atender a mescla de características cognitivas e de formação do estudante.

O trabalho de concepção, projeto e desenvolvimento de um STI envolve uma equipe multidisciplinar. Esta premissa é verdadeira para todos os sistemas que utilizam estratégias pedagógicas baseadas em alguma teoria educacional [...]. A equipe envolve cientistas da Computação, pedagogos, designers de interface e especialistas no conteúdo que será abordado (VICARI, 2018, p. 90).

A programação mediada pelo educador contempla um ciclo de aprendizagem permeada em ações como descrição, execução, reflexão, depuração e descrição novamente. No primeiro momento, toda a gama de conhecimentos é utilizada para prever as possíveis consequências na resolução de problemas desafiadores fornecidos para o usuário do sistema. O segundo ciclo consiste na apresentação desses desafios em uma linguagem de programação. A reflexão é ancorada na provocação de mudanças de comportamentos acerca das analogias críticas e reflexivas a partir da mudança dos níveis de abstração do estudante. Na depuração e descrição, ocorrem a interlocução das novas informações para promover um novo conhecimento e modificar a descrição inicial.

Diante de desafios provocativos, o estudante é estimulado a criar, fazer analogias, analisar e refletir de forma crítica e reflexiva, bem como posicionar-se de forma consistente na escolha da tomada de decisão com maior índice de assertividade, prevendo futuras consequências e administrando possíveis contingências caso o cenário migrar para uma situação inesperada. De acordo com Campos (2018, p. 150), “o pensamento sistemático daria força para se pensar a complexidade, as relações entre os detalhes e o todo e o alcance de múltiplas linhas de pensamento na produção de uma solução original para um problema”. Esse modelo de aprendizagem traz situações reais do cotidiano do estudante, aproximando-o de futuros fragmentos para a resolução dos mais diversos problemas sociais reconhecidos na atualidade e que, no entanto, ainda permeiam pela concretude de soluções criativas.

Nessa perspectiva, docentes e programadores das tecnologias da informação e comunicação poderão realizar um trabalho em equipe. Referindo-se à criação de sistemas inteligentes para uma nova educação, a junção de conhecimentos do corpo pedagógico juntamente com os saberes dos profissionais da tecnologia da informação e comunicação, poderão compor uma equipe formativa, com vistas a atender as reais necessidades e as tendências do ensino e aprendizado contemporâneos. A idealização do novo formato pedagógico contempla um ecossistema maior, em que a responsabilidade e o envolvimento das práticas educativas são de ambas as partes (MAIA; PACHECO; SOUSA, 2020), em que há de ser possível, dessa forma, a construção do conhecimento embasado na personalização do ensino, criando possibilidades de aprendizagens mais bem sucedidas e de maior significado.

No entanto, Campos (2018) afirma que, para completar a equipe multidisciplinar, é imprescindível a colaboração também de pais e alunos:

Para isso, é fundamental a adoção de uma metodologia de *design* participativa envolvendo educando e educadores em um processo que aumente os seus conhecimentos tecnológicos, suas habilidades de *design* e sua compreensão das possibilidades educativas abertas pelo campo da inteligência artificial (CAMPOS, 2018, p. 133).

O que se intenta é o equilíbrio na oferta da produção de um conhecimento mais abrangente e compartilhado. Elencar o conhecimento multidisciplinar complementa a produção de um *software* que atenda a real necessidade de formação do indivíduo em consonância com suas pretensões de vida e, também, para uma nova percepção de mundo, agora mais dinâmica e exigente quanto ao incentivo de competências transformadoras como a criatividade, a resolução de conflitos e o comprometimento com suas responsabilidades (PORATH; XISTO E TILP, 2019).

A articulação dos saberes entre docentes e programadores pode acontecer de forma sistêmica. Para constituir um programa inteligente e educativo, é preciso reconhecer os fragmentos da educação tradicional e modelar um sistema que realmente provoque uma educação progressista, de maneira a suprir a demanda por indivíduos que tenham desenvolvidas as competências e habilidades para viver a emancipação social. Um dos sete elementos para que se desenvolvam essas características, segundo Porath, Xisto e Tilp (2019), é a agência e coagência do estudante, momento em que ele é detentor do próprio processo de aprendizagem, sendo o protagonista e autônomo do seu próprio desenvolvimento, agindo com responsabilidade, cooperação e harmonia entre os pares. A projeção desse arquétipo de ensino e aprendizagem deve permear o modelo interacionista de Vigotsky, momento em que o estudante, ao interagir com o objeto senciente, desenvolve seu próprio itinerário de aprendizado (DIAS, 2008).

É salutar que a disseminação do conhecimento na área do pensamento computacional abranja todo o corpo pedagógico presente no quadro educativo. Criar consciência da real necessidade de capacitar os profissionais da educação pode ser o ponto de partida para a oferta do binômio ensino e aprendizado progressista. Da mesma forma que o educador busca se especializar ao longo de toda a vida, expandir a mente para adquirir maior conhecimento e incorporar técnicas de IA como recursos didáticos para mediar a própria oferta de ensino poderá ser um diferencial para os que buscam uma educação que acompanhe a metamorfose tecnológica.

O recurso humano pode ser primordial para a construção desses sistemas inteligentes. Com uma atuação em equipe, especialistas e engenheiros do conhecimento, usuários e gerentes de processo promovem a constituição do *software* educativo (DIAS, 2009). Na construção do objeto, muito se compartilham os saberes para a constituição de cada módulo inteligente. Essa conexão de ideias faz com que os conhecimentos específicos contribuam para a criação de um sistema especialista que realmente supra a necessidade de transmutar a educação e desenvolver competências e habilidades essenciais para o novo mundo.

4.2.4 IA e o estudante: algoritmos de aprendizagem para o desenvolvimento de habilidades e competências

Uma nova proposta de ensino e aprendizagem para a educação tradicional, além de construir novos cenários de aprendizado, mais estimulantes e adaptativos, também contempla o desenvolvimento de habilidades e competências únicas do estudante. Características que a interação com um dispositivo inteligente pode promover, pois o sistema especialista é composto por módulos que se articulam entre si e a adaptação do ensino ao perfil do estudante torna-se uma especificidade. No momento em que ocorre a interação do sujeito com o objeto senciante, o ensino passa a ser híbrido, o que proporciona uma educação subjetiva, direcionada ao modelo do estudante, respeitando suas características cognitivas e o propósito de vida (VICARI, 2018a).

Ganhos adicionais de aprendizagem são uma constante nesse novo modelo de ensino. Em decorrência desse formato educativo, o que ensinar, como ensinar e qual a melhor maneira de se comunicar com cada usuário do sistema é uma experiência particular que remete somente ao modelo de cada estudante. Dessa forma, avista-se a possibilidade de observar a inversão no binômio ensino e aprendizagem no momento em que o sistema passa a adaptar-se às características únicas de cada estudante. Nesse sentido, a partir da interação com o recurso inteligente, o estudante poderá ter um ensino adaptado às características subjetivas de aprendizado, respeitando as aspirações futuras para o exercício pleno da cidadania ativa.

Diante dessa possibilidade formativa, a oferta de um ensino personalizado para desenvolver aprendizagens significativas para uma classe heterogênea permitiria experienciar uma transformação positiva. Novos paradigmas estão se rompendo, em que é possível observar as mutações tecnológicas que permeiam a sociedade. No modelo tradicional de ensino e aprendizagem, é perceptível a facilidade de compreensão e resolução de problemas de determinado grupo de estudantes ao passo que outros grupos manifestam dificuldades e

fraquezas reconhecidas pela diversidade dos perfis cognitivos presentes no mesmo espaço educacional. Isso se justifica porque um único modelo de ensino ofertado pelo professor não pode atender a heterogeneidade de uma sala de aula, visto que cada estudante possui características únicas de aprendizado; o educador, também é possuidor de características únicas de ensino, o que reflete no alto desempenho de uns e no baixo desempenho de outros.

Reconhecidas essas dificuldades, o ensino adaptativo pode ser uma oportunidade para reconhecer e valorizar os diferentes estilos cognitivos dos sujeitos envolvidos na educação (VICARI, 2018a). Com a inserção de técnicas de IA em aparatos tecnológicos, a educação passa a fomentar a interação desse sistema inteligente como um dispositivo de convívio diário, aproximando o estudante do novo movimento contemporâneo que está em plena transformação tecnológica. Novos cenários do binômio ensino e aprendizagem podem se constituir a partir da articulação dos recursos físicos e digitais, aos sistemas tutores inteligentes. Com o intento de criar ativos de conhecimento, salas de aula compostas de uma variedade de mídias digitais, analógicas e inteligentes podem complementar a nova arquitetura escolar, de modo a contribuir com o compartilhamento dos saberes e da informação, objetivando o desenvolvimento de capacidades cognitivas e subjetivas do estudante.

A proposta desse novo cenário de aprendizagem é, também, oferecer um ambiente mais atrativo, moderno e desafiador, articulando as transformações sociais, culturais e tecnológicas aos novos espaços educativos. Dessa forma, o estudante poderá reconhecer o novo universo de ensino e aprendizado e promover ações de pertencimento desse novo mundo da educação. Destarte, também desenvolve a equidade de ensino no momento em que oportuniza aos diferentes perfis de estudantes o desenvolvimento de habilidades e competências a partir de um aprendizado subjetivo (CASA; FLORES; RIBEIRO; VICARI, 2003). O deslocamento das salas de aula inteligentes fomenta a construção do conhecimento através da interação do estudante com o objeto senciante; no entanto, com a mobilidade dos novos cenários de aprendizagem, é possível criar ações para a resolução de problemas a partir do conhecimento e interação com os pares, de maneira a desenvolver um conjunto de competências e habilidades direcionadas ao movimento contemporâneo.

Promover a oportunidade para que todo o grupo de estudantes realmente possa produzir o conhecimento, sendo esse articulado ao perfil de cada sujeito que integra a classe, respeitando a heterogeneidade de uma sala de aula, é um grande avanço para a educação (VICARI, 2018b). Dessa forma, o estudante deixará de sentir-se menosprezado, diferente ou até envergonhado pela sua capacidade cognitiva, pois, doravante à interação com a máquina inteligente, todos terão os mesmos recursos educativos que se adaptarão ao perfil individual de cada usuário do

sistema, respeitando suas limitações e conhecimentos prévios advindos de experiências anteriores. Diante dessa possibilidade, a problematização poderá ser compartilhada de modo a promover a socialização dos saberes e a interação entre os estudantes, desenvolvendo capacidades de comunicação e expressão por meio de uma abordagem que atenda as mudanças de necessidade do coletivo.

A transformação social permeia a inserção de recursos educativos para uma educação libertadora. Além de civilizar, formar e humanizar o indivíduo, a educação também busca libertar potenciais inatos do estudante. O sistema tutor inteligente detecta desempenhos únicos de aprendizado, conduzindo a trajetória de estudo para o método de ensino que mais se caracteriza com o modelo de cognição do aprendiz (RAIMUNDO, 2006). A oferta de condução do aprendizado por métodos diferenciados contribui para o desenvolvimento de competências distintas e emergenciais para o novo contexto de mundo. Campos (2018, p.149) apresenta três competências primordiais que a educação poderá desenvolver no estudante a fim de manter o indivíduo ativo em uma sociedade transformadora:

Alfabetização de dados: preparar os estudantes para ler, analisar, interpretar e usar uma vasta gama de dados [...] orientar diante do constante fluxo e bombardeio de informações em seus dispositivos digitais e extrair dessas informações seus significados e contextos sociais, econômicos, políticos e culturais. **Alfabetização tecnológica:** fornecer aos estudantes a compreensão dos princípios de codificação, linguagem de programação engenharia a partir dos quais as máquinas e programas digitais funcionam. **Alfabetização humana:** Preparar os estudantes para o meio social. Ela envolveria o ensino das humanidades ligadas às artes liberais, comunicação social e digital, além de *desing* [...].

Nessa perspectiva, Campos (2018) afirma que as manifestações na forma de pensar e agir passam a ganhar sentido na vida cotidiana do indivíduo. Por conta disso, desenvolver e aprimorar capacidades de cunho crítico e reflexivo, dotados de habilidades atitudinais significativas, asseguram a permanência ativa do sujeito em sociedade. De agora em diante, habilidades como a resolução de problemas e o poder de tomada de decisão com maior assertividade passam a ser uma das atitudes mais elencadas para a autonomia do sujeito na contemporaneidade. Dias (2008) considera que a oferta de resolução de diversos problemas sociais é uma forma de provocar no estudante a criação de possibilidades de tomada de decisão embasadas na interação com o *ciberespaço* e das potencialidades que a virtualização oferece para a construção e interpretação de novos modelos mentais. Ações guiadas pelo uso de técnicas de IA nos sistemas inteligentes desnudam habilidades comportamentais inerentes do estudante, promovendo a constituição de novas características formadoras do cidadão coetâneo.

Seguindo na concepção de Freire (2015), em que define a educação progressista como sendo a busca pelo desenvolvimento da curiosidade crítica como fonte para o conhecimento, lapidar a capacidade de autonomia do estudante para o aperfeiçoamento das competências digitais pode favorecer a participação ativa do indivíduo para a renovação da dinâmica social, cultural, econômica e tecnológica. A incorporação dos recursos educativos advindos de tecnologias inteligentes para a compreensão, manuseio e criação de novas experiências de ensino e aprendizado busca aproximar o estudante do novo movimento contemporâneo, favorecendo a construção de cenários educativos mais autênticos, visto que, para Freire (2015), é necessário desenvolver a capacidade de aprender para que o estudante possa transformar a realidade. Fernandes (2004) salienta a importância que o uso das tecnologias na educação apresenta para a completude e a transformação da sociedade.

Com o constante crescimento da virtualização e da conectividade, desenvolver habilidades que possam permear os novos estilos de vida contemporâneos pode ser fundamental para manter a integridade do indivíduo. Tais habilidades poderão ser perfiladas no estudante usuário de um sistema especialista. Campos (2018, p.149-150) afirma que as habilidades fundamentais para o novo movimento são:

Pensamento crítico: compreendido como capacidade de analisar racionalmente ideias e de aplica-las habilmente [...]. O pensamento crítico humano vai além do poder das máquinas que se limitam a dar conta das camadas quantificáveis dos fenômenos e dos fatos que podem ser entendidos por meio de perguntas e questionários [...].
Pensamento sistêmico: compreendido como a capacidade de estabelecer correlações entre diferentes funções, situações e contextos rompendo com um pensamento estritamente preso a um domínio, integrando campos de conhecimentos distintos na elaboração de visões holísticas [...].
Empreendedorismo: capacidade de iniciativa, elaboração, inovação e implementação de projetos, serviços e novos negócios [...]. É mais proveitoso que as pessoas invistam em projetos pessoais que possam gerar novos empregos demandados por uma economia cada vez mais digital.
Agilidade cultural: capacidade de tomar decisões nos contextos distintos e até conflitantes que fazem parte de uma economia culturalmente diversificada, atuando com sucesso em situações transculturais.

Por se tratar de um estudo personalizado, inexistente um caminho único e traçado a ser seguido. A partir da interação do usuário com o sistema, o comportamento do tutor inteligente sofre mudanças em decorrência das escolhas que o estudante faz (DIAS, 2008). Vinculado às ações do estudante frente à máquina inteligente, perfila-se a autonomia do estudante no momento em que ele é desafiado a optar pelo itinerário que melhor se encaixa na trajetória de estudos, de modo a promover um aprendizado responsável e comprometido com suas aspirações de vida. Para Fernandes (2004), habilidades como cooperação e colaboração, bem como a capacidade de autoavaliação, também fazem parte do perfil formador do estudante.

Nessa perspectiva, ele pode tornar-se o protagonista do seu próprio estudo, das suas conquistas, trajetórias e desafios. Isso desenvolve capacidades autônomas e responsáveis, objetivando a construção de habilidades e atitudes emancipatórias.

Considerando as futuras necessidades da sociedade, a criatividade também é estimulada com maior ênfase. A capacidade de construir novas criações a partir de metodologias incorporadas de técnicas de IA para prover a realidade aumentada em cenários de aprendizagem dinâmicos e flexíveis, aproximando o estudante da simulação de experiências reais do cotidiano, desperta a curiosidade como um atrativo para a resolução das tarefas elencadas em determinado componente curricular. A inteligência é um mecanismo de adaptação e equilíbrio do organismo para gerar novos conhecimentos e que pode ser estimulada por meio de práticas do meio em que as pessoas vivem (DIAS, 2008). Nesse formato, também é possível simular diferentes comportamentos acerca do mesmo cenário de aprendizagem. Com isso, o estudante pode experimentar diferentes ações para resolver a mesma tarefa, podendo fazer uma analogia entre os resultados encontrados e prever futuros comportamentos e consequências de cada ato simulado, fomentando a construção de novos saberes favoráveis ao ensino individualizado.

Durante a interação do estudante com o objeto inteligente, o potencial intelectual é desenvolvido com vistas a enriquecer o acervo cultural do usuário. O conhecimento torna-se mais abrangente e simultâneo, o que beneficia a construção de novos saberes. A resignificação nas formas de ofertar o ensino e o aprendizado auxilia no desenvolvimento dos potenciais cognitivos no momento em que se estimulam as conexões neurais para estabelecer relações de análise e interpretação críticas, expandindo a mente para novas reflexões, analogias e descobertas sobre um mesmo objeto de estudo. Barbosa e Silva (2018) relatam que estudantes e professores são adeptos ao hibridismo tecnológico para a assimilação e construção de um conhecimento ativo.

A possibilidade de o estudante se posicionar com argumentos sólidos e diferentes dos que se espera em um padrão de comportamento tradicional poderá ser a chave para impulsionar mudanças significativas para constituir uma sociedade mais rica intelectualmente e provedora do poder de tomadas de decisão mais conscientes. Freire (2015) afirma que a educação progressista, tendo como princípio a abertura ao novo, pode desenvolver a responsabilidade do estudante pela sua própria produção do conhecimento e inteligência. O aumento da capacidade de interpretação sobre os diversos temas sociais pode ser a mola propulsora para que o estudante deixe de ser um sujeito passivo e possa ter a liberdade para expor ideias e sentimentos que venham a fomentar a subjetividade para viver em plenitude, agindo com atitudes sólidas e verdadeiras.

Para diminuir o excesso de informações persuasivas e mal interpretadas, poderá ser preciso orientar o estudante para que tenha discernimento no momento de interpretar todo e qualquer tipo informação, a fim de diagnosticar a procedência, a veracidade e a essência do material recebido. Com base no desenvolvimento dessa capacidade, o indivíduo passa a ser também o detentor do conhecimento e deixa de seguir a opinião da coletividade, em que, muitas vezes, por falta de clareza dos elementos informativos, aceita passivamente uma realidade ilusória que, conseqüentemente, acaba por decepcionar grande parte de uma nação. Porath, Xisto e Tilp (2019) afirmam que a incorporação de técnicas de IA na educação contribuem para o desenvolvimento da sociedade para uma leitura de mundo diferenciada, mais atual e dinâmica.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo foi construído como pesquisa bibliográfica a partir da análise de publicações – livros, teses, dissertações e artigos – com foco nas características que permeiam a inserção de técnicas de inteligência artificial como prática mediadora para o ensino e a aprendizagem. Nesse sentido, retomo o problema de pesquisa: quais as características que permeiam o uso das técnicas de inteligência artificial como prática mediadora para o ensino e a aprendizagem?

Durante a tessitura desta pesquisa, inúmeros foram os desafios. A começar pela questão interrogativa que conduziu todo o percurso desta incessante busca pelo saber. O fato de ter uma inquietação advinda da experiência de mediar encontros semipresenciais fez-me perceber o quanto eu poderia aprimorar o saber para conduzir a trajetória acadêmica dando sentido e apoiando as escolhas de cada estudante. Com o movimento tecnológico associado à pandemia da Covid-19, reconheci que minhas habilidades e competências voltadas à inserção das técnicas de IA para um ensino transformador necessitavam de maior profundidade, pois, dessa forma, eu poderia auxiliar com maior eficiência e segurança os questionamentos do mundo contemporâneo e dúvidas dos estudantes. Da mesma forma, percebi que era possível utilizar técnicas de IA na mediação dos encontros, bem como conscientizá-los sobre a importância de desenvolver habilidades e competências voltadas ao uso dessas técnicas para viver o cotidiano e potencializar as capacidades de cognição. Nessa perspectiva, foi que escolhi o objeto cognoscível de investigação para esta pesquisa e posso afirmar que, mesmo que a busca pelo conhecimento seja uma constante, hoje me sinto mais preparada e segura para contribuir com as aspirações de vida dos estudantes.

O primeiro passo na construção do estudo foi rastrear a BNCC. Por se tratar de um documento normativo de grande valia para a condução do ensino e aprendizado nas escolas, em que se destacam competências e habilidades possíveis de serem desenvolvidas no estudante, reconheci, na quinta competência, a qual salienta a inserção das tecnologias digitais de informação e comunicação para a compreensão, manuseio e criação de novas tecnologias para contribuir com o avanço do binômio ensino e aprendizagem, a proposta metodológica que concernia à problemática da minha pesquisa. Diante disso, amparada na competência de número cinco, migrei para uma investigação bibliográfica que suportasse a linguagem de tal documento, a fim de relacionar os diálogos às articulações que pudessem ter sentido com o objeto de estudo desta pesquisa.

Posso concluir que, para responder a um problema de pesquisa, é importante internalizar o processo de produção do conhecimento, a fim de que se possa encerrar tal desafio com a sensação do merecimento. Mérito esse que, não somente para mim, como acadêmica pesquisadora, mas para um bem maior, que abrange todo o contexto social com vistas a contribuir para o desenvolvimento de indivíduos que possam identificar, durante a sua trajetória estudantil, o propósito de sua existência.

Dar sentido a um conteúdo que obrigatoriamente é necessário seguir na íntegra a grade curricular para que assim se desenvolvam competências e habilidades básicas do estudante é fator provocativo quando se trata de uma sala de aula heterogênea. O ser humano é diverso e, nessa pluralidade de estudantes, cada qual contempla, na sua essência, características únicas de aprendizado. Da mesma forma é importante voltar o olhar para as tendências tecnológicas que permeiam a sociedade contemporânea. Com o advento das tecnologias inteligentes, processos arcaicos ganham um novo formato, inclusive a maneira de ensinar e aprender nas escolas. Nesse sentido, resgato o objetivo geral: identificar as características que permeiam o uso das técnicas de inteligência artificial como prática mediadora para o ensino e a aprendizagem.

Em seguida, tendo a inquietação como propulsora da minha investigação, iniciei uma busca por autores e pesquisadores da ciência da computação para compreender como se davam os processos de inserção de técnicas de inteligência artificial nos aparatos tecnológicos e reconheci em Bittencourt, mais precisamente na obra intitulada *Inteligência artificial: ferramentas e teorias*, o quão grandiosas e complexas são as construções de técnicas de inteligência artificial para posterior inserção nas ações do cotidiano. Ao elencar o acervo de leituras, pude aprofundar o conhecimento teórico para, posteriormente, migrar para as investigações voltadas ao uso de técnicas de IA na educação. Clássicos como as obras de Pierre Lévy, intituladas *As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática* e *Cibercultura*, foram os propulsores que contribuíram para que a produção do conhecimento começasse a tomar forma diante do problema de pesquisa. A busca teórica conduziu-me para os títulos da pesquisadora Rosa Maria Vicari (2018a) que, em sua publicação intitulada “Tendências em inteligência artificial na educação no período de 2017 a 2030”, pude direcionar de forma mais específica o uso de sistemas inteligentes como recursos mediadores para promover um ensino e aprendizado personificados. Da mesma relevância, todas as obras seguintes, as quais se encontram no referencial teórico desta pesquisa, contribuíram de forma significativa para responder à questão norteadora de estudo.

Como inspiração pedagógica, a obra de Paulo Freire, *Pedagogia da Autonomia* elucidou saberes voltados às habilidades atitudinais do docente como percurso para promover

comportamentos de emancipação humana e cidadania ativa do estudante. Dessa imersão teórica, pude intercalar os saberes da docência às práticas mediadoras de ensino e aprendizagem permeadas por técnicas de inteligência artificial passíveis de desenvolver habilidades e competências subjetivas do estudante, respeitando a diversidade de uma sala de aula. Quanto mais imersa teoricamente, mais reconhecia a dicotomia entre as obras e a bifurcação entre os saberes pedagógicos e os elementos possíveis de serem desenvolvidos no estudante por meio dos recursos de IA incorporados nas práticas pedagógicas contemporâneas.

Ao ingressar no ano seguinte à qualificação, a distribuição de turmas e a demanda por cursos profissionalizantes sofreram alterações e, mais precisamente no segundo semestre de 2021, vivenciei a limitação do tempo. Por um período de três meses consecutivos, a construção da escrita sofreu uma desaceleração. Ao findar esse período, retomei a pesquisa com foco na análise dos dados e na construção da síntese integradora, o que me exigiu muita concentração, disciplina e persistência, pois adentrei o período das férias escolares nesse cenário.

Da imersão teórica ao longo de todo esse período, pude estabelecer conexões valiosas acerca da comparação da teoria com a prática que eu vivenciava até então. As leituras me conduziram para uma visão de mundo, hoje, diferente daquela em que iniciei o mestrado. Não tinha muita ideia do que realmente era ser uma docente, eu apenas “dava aula”, com muito amor e afetividade. Acreditava que a educação era apenas para o mundo do trabalho. Não somente pude aprimorar minhas capacidades e o conhecimento orientado ao uso dos sistemas especialistas na educação, como também lapidei minhas características formativas de docente, despertando uma nova visão sobre o estudante, mais humanizada e colaborativa. Reitero que essa somatização de valores, além de desafiadora, foi significativa e transmutou o modo com que passei a conduzir os encontros acadêmicos, recheados de boas novas e significância, podendo compreender que a educação é abrangente e impacta na constituição de toda uma sociedade, e que o educador pode estimular práticas advindas dos recursos da inteligência artificial para conceber indivíduos para viver uma cidadania ativa e consciente, podendo desfrutar de uma vida em plenitude!

Diante da dinâmica provocativa quanto ao uso das técnicas de IA para inovar os métodos de ensino tradicionais e complementar a oferta de recursos educativos advindos da construção de sistemas especialistas, novos cenários de ensino e aprendizagem poderão se constituir a partir do rompimento de paradigmas que bloqueiam a entrada de métodos inovadores no que tange à oferta de uma educação contemporânea. A evolução tecnológica está presente nas experiências de vida do sujeito. Mesmo com a vulnerabilidade social, os recursos advindos das novas tecnologias contemplam os diversos aparatos tecnológicos de manuseio

diário, com vistas a promover a potencialização quanto ao uso desses recursos para a criação de novas ideias e resolução dos mais diversos problemas sociais. Para isso, políticas públicas mais consistentes podem introduzir nas escolas dispositivos computacionais sencientes, os quais poderão contribuir com o enriquecimento do ensino e aprendizado tradicionais, desenvolvendo competências e habilidades específicas para viver a nova era formativa. Nesse sentido, o estudante se tornará o protagonista do seu próprio conhecimento. Direcionado às pretensões de vida e ao estilo de cada estudante, o sistema tutor inteligente pode ser o recurso facilitador para que as aprendizagens sejam mais bem-sucedidas e as capacidades inatas sejam potencializadas. A construção dessa nova oferta de ensino e aprendizado contempla a formação de uma equipe multidisciplinar, com o intento de promover uma educação progressista.

Todo esse movimento hodierno me faz refletir acerca dos próximos capítulos que serão construídos pela sociedade, após finalizar esta pesquisa. Em decorrência dos resultados desta investigação, pude perceber que o rompimento de um paradigma na área da educação pode ser emergente, visto as mutações e a velocidade com que as transformações tecnológicas estão adentrando o cotidiano do indivíduo, bem como os reflexos da falta dela em muitas escolas ou famílias ameaçadas pela vulnerabilidade social. Reitero que o ensino tradicional apenas sofra um complemento nos métodos e recursos do binômio ensino e aprendizado, e não uma substituição radical pela inteligência artificial, até porque a presença e o pensamento humano são insubstituíveis.

Ressalto que a mudança se faça presente a partir do reconhecimento da necessidade de transformação nos métodos tradicionais de viver e educação. A escola precisa acompanhar o contemporâneo para educar, com maior qualidade de ensino, estudantes que buscam pela formação civilizadora. O progresso da educação também está no rompimento das lacunas que afastam a entrada da nova dinâmica social, cultural e, principalmente, tecnológica, podendo ser uma resposta da adoção das políticas públicas em vigor. É preciso colocar em prática todo o conhecimento que, até então, foi desenvolvido nas grandiosas e enriquecedoras pesquisas e, gradativamente, inserir os recursos incorporados de inteligência artificial para o interior das escolas, de modo que todos os envolvidos nesse processo possam manusear e utilizar os dispositivos sencientes para a sua própria emancipação.

Poderá ser imprescindível que, para que o indivíduo permaneça ativo na sociedade atual, venha a ser necessário o desenvolvimento de competências e habilidades que permeiam pela renovação da dinâmica de vida. A exigência das capacidades formativas para essa nova era é uma busca constante. No entanto, como reivindicar pela demanda se a educação não preza

pela incorporação dos recursos de inteligência artificial que poderão desenvolver tais competências e habilidades com maior afinco?

Em vista disso, retomo a questão interrogativa desta dissertação: *quais as características que permeiam o uso das técnicas de inteligência artificial como prática mediadora para o ensino e a aprendizagem?* Após findar os estudos teóricos, posso dizer que não é suficiente o que está exposto até o momento; no entanto, foi possível responder à questão investigativa deste trabalho e contribuir com as futuras pesquisas que estão sendo construídas acerca do mesmo tema de estudo.

Como sugestão, prosseguir com a busca pelo saber a partir deste ponto de chegada pode ser um ganho adicional no que tange a novas descobertas a respeito do desenvolvimento das competências e habilidades para um futuro próximo e promissor, utilizando os recursos de inteligência artificial para a constituição de uma nova era formativa na educação.

REFERÊNCIAS

BECKER, Fernando. **Educação e construção do conhecimento**. Porto Alegre: Artmed, 2001.

BITTENCOURT, Guilherme. **Inteligência artificial: ferramentas e teorias**. Florianópolis: UFSC, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular: educação é a base**. Brasília, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/>. Acesso em: 09 mar. 2020.

CAMPOS, Luis Fernando Altenfelder de Arruda. **Inteligência Artificial e instrumentalização Digital no Ensino: a semiformação na era da automatização computacional**. 2018. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/157281> Acesso em: 02 abr. 2020.

CENTRO DE INOVAÇÃO PARA A EDUCAÇÃO BRASILEIRA. CIEB: notas técnicas #12: Conceitos e conteúdos de inovação e tecnologia (I&T) na BNCC. São Paulo: CIEB, 2018.

CASA, Marcos Eduardo; FLORES, Cecília Dias; RIBEIRO, Alexandre Moretto; VICARI, Rosa Maria. Representação do conhecimento incerto aplicado a sistemas educacionais na web. **Educ. rev.** n. espe. Curitiba, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0104-4060.306>. Acesso em: 27 ago. 2020.

CRESWELL, John W. **Investigação qualitativa e projeto de pesquisa: escolhendo entre cinco abordagens**. 3. ed. Porto Alegre: Penso, 2014.

CROCHIK, José Leon. **O computador no ensino e a limitação da consciência**. São Paulo: Casa do psicólogo, 1998.

DAMIANI, Magna Floriana; NEVES, Rita de Araújo. Vygotsky e as teorias de aprendizagem. **UNirevista**, v. 1, n. 2, abr. 2006. Disponível em: <http://repositorio.furg.br/bitstream/handle/1/3453/Vygotsky%20e%20as%20teorias%20da%20aprendizagem.pdf?sequence=1>. Acesso em: 21 fev. 2022

DELORS, Jacques. **Educação: um tesouro a descobrir**. 7. ed. São Paulo: Cortez, 2003.

DIAS, Daniele dos Santos Ferreira. **Sistemas inteligentes na educação**. Universidade Federal da Paraíba. 2009.

EDUCAÇÃO 4.0: uma revolução na sua escola. Disponível em: <https://d3351uupugsy2.cloudfront.net/cms/files/53901/1565974844educacao-4-0.pdf>. Acesso em: 17 nov. 2020.

FERNANDES, Mercedes Bragança Pinheiro. **Aprendizagem mediada pela inteligência artificial: uma abordagem construtivista**. Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.

FRIGOTTO, Gaudêncio. **Educação e crise do trabalho**: perspectivas de final de século. Petrópolis, RJ: Vozes, 1998.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. 52. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2015.

GATTI, Francielle Nogueira. **Educação básica e inteligência artificial**: perspectivas, contribuições e desafios. São Paulo, 2019. Disponível em: https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=8132119. Acesso em: 19 jan.2021.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Metodologia do trabalho científico**: procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatório, publicações e trabalhos científicos. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1986.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Técnicas de pesquisa**: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados. São Paulo: Atlas, 1982.

LÉVY, Pierre. **Cibercultura**. São Paulo: 34, 1999.

LÉVY, Pierre. **As tecnologias da inteligência**: o futuro do pensamento na era da informática. 2 ed. Rio de Janeiro: 34, 2001.

LIMA, Cristiane Sasso de. MIOTO, Regina Celia Tamaso. **Procedimentos metodológicos na construção do conhecimento científico**: a pesquisa bibliográfica. Florianópolis, 2007. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1414-49802007000300004%20&script=sci_arttext. Acesso em: 07 ago. 2020.

MORAES, Roque. GALIAZZI, Maria do Carmo Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. **Revista Ciência e Educação**, v. 12, n. 1, p. 117-128, 2006.

PACHECO, José Augusto. **Conhecimento e aprendizagem na educação superior**: desafios curriculares e pedagógicos no século XXI. Disponível em: <https://periodicos.pucpr.br/index.php/dialogoeducacional/article/view/26460>. Acesso em: 30 jul. 2020.

PORATH, Mauricio de Campos; XISTO, Lucas Travassos Junior. TILP, Jonas. **A Universidade para a Indústria do Futuro**. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/extensio/article/view/18070221.2019v16n33p145/40777>. Acesso em: 30 jul. 2020.

RAIMUNDO, Marta Carolina Ferreira Vaz Moreira. **Saber**: sistema de aprendizagem baseado no ensino real. Disponível em: <https://www.rcaap.pt/detail.jsp?id=oai:repositorio-aberto.up.pt:10216/11869>. Acesso: 30 jul. 2020.

RUSSEL, Stuart J.; NORVIG, Peter. **Inteligência artificial**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

SACRISTÁN, Gimeno J. **Compreender e transformar o ensino**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 1998.

SANTOS, Marcondes. **As tecnologias computacionais contemporâneas e a educação: contribuições do ciborgue e dos objetos inteligentes**. Disponível em: <https://periodicos.pucpr.br/index.php/dialogoeducacional/article/view/25505>. Acesso em: 30 jul. 2020.

SILVA, Cristiano Moreira. Uso de novas tecnologias na validação de conteúdos ministrados durante as aulas. **Revista Informação & Sociedade**, 2018, v. 28, n. 2. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/ies>. Acesso em: 30 ago. 2021.

TURING, A. M. Computing machinery and intelligence. **Mind**, Oxford, n. 59, p. 433-460, 1950. Disponível em: <http://www.csee.umbc.edu/courses/471/papers/turing.pdf>. Acesso em: 08 jan. 2014.

VICARI, Rosa Maria. **Tendências em inteligência artificial na educação no período de 2017 a 2030** / Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, Serviço Social da Indústria. Brasília: SENAI, 2018a.

VICARI, Rosa Maria. **Inteligência artificial aplicada à educação**. 2018b. Disponível em: <https://ieducacao.ceie-br.org/inteligenciaartificial/>. Acesso em: 23 jun. 2020.