

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO  
PUC-SP

FRANCIELLE NOGUEIRA GATTI

EDUCAÇÃO BÁSICA E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL:  
PERSPECTIVAS, CONTRIBUIÇÕES E DESAFIOS

MESTRADO EM EDUCAÇÃO: CURRÍCULO

São Paulo  
2019

FRANCIELLE NOGUEIRA GATTI

EDUCAÇÃO BÁSICA E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL:  
PERSPECTIVAS, CONTRIBUIÇÕES E DESAFIOS

MESTRADO EM EDUCAÇÃO: CURRÍCULO

Dissertação de Mestrado apresentada à Banca Examinadora, da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, como requisito parcial para a obtenção do grau de mestre em Educação: Currículo, sob a orientação da Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria da Graça Moreira da Silva.

São Paulo

2019

FRANCIELLE NOGUEIRA GATTI

EDUCAÇÃO BÁSICA E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL:  
PERSPECTIVAS, CONTRIBUIÇÕES E DESAFIOS  
MESTRADO EM EDUCAÇÃO: CURRÍCULO

Dissertação de Mestrado apresentada à Banca Examinadora, da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, como requisito parcial para a obtenção do grau de mestre em Educação: Currículo, sob a orientação da Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria da Graça Moreira da Silva.

São Paulo, 2019

BANCA EXAMINADORA

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria da Graça Moreira da Silva  
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Elizabeth Bianconcini Trindade Morato Pinto de Almeida  
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cristiane Tavares Casimiro de Oliveira  
Instituto Federal de São Paulo - Jacareí

Agradecimento especial ao CNPQ (Conselho Nacional de Pesquisa e desenvolvimento tecnológico) que possibilitou a realização da presente pesquisa através da bolsa de estudos com o processo de número 130037/2018-4.

## **AGRADECIMENTOS**

Não foi por mero acaso que cheguei ao mestrado. Aprender, saber, conhecer, se tornou, nesse período, um grande círculo de aprender-me, saber-me, conhecer-me... Ao passo que a pesquisa foi me propondo uma viagem por assuntos antes nunca conhecidos, uma outra viagem acontecia aqui dentro, essa revisitando antigas dificuldades, medos enraizados que acabaram por se deparar com apoios inesperados e enfrentamentos necessários.

E assim, no momento (não apenas pessoal, mas também histórico) no qual ciência, é [também] resistência, aprender vira ousadia. Mas resistir e ousar não é tarefa sozinha, é preciso companhia, e nessa caminhada pouco importa a chegada, bonita mesmo foi a travessia.

Meus mais profundos e sinceros agradecimentos à minha orientadora Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria da Graça Moreira da Silva, elemento fundamental nessa travessia.

À Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Elizabeth B. T. M. P. de Almeida e à Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cristiane Tavares Casimiro de Oliveira, pelas contribuições à construção dessa dissertação. As posições, questionamentos e críticas feitas na qualificação foram de extrema importância para que esse trabalho ganhasse vida.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Educação: Currículo da PUC-SP que, ao que me parece, não sei se de forma combinada ou não, levam ou melhor dizendo, agem conforme a máxima de Jung: "Conheça todas as teorias, domine todas as técnicas, mas ao tocar uma alma humana, seja apenas outra alma humana". Obrigada, vocês ensinam muito mais do que teoria.

Aos funcionários da PUC-SP por todo o suporte.

Aos meus colegas e amigos (todos!) que, fosse nos embates por posições divergentes, fosse na combinação das risadas, sempre acrescentam algo aos meus dias, muito obrigada!

À Sandra Sepúlveda, Camila Bender e Cristiane Cappa que em momentos diferentes e com abordagens distintas me deram o suporte profissional necessário para que eu chegasse até aqui.

Por fim, à minha família, minha razão de ser, meu meio de estar e meus mais profundos, sinceros e amorosos motivos para seguir.

"Não sou esperançoso por pura teimosia, mas  
por imperativo existencial e histórico." Paulo Freire

## RESUMO

Essa pesquisa se insere na linha de pesquisa Novas Tecnologias na Educação do Programa de Pós-graduação em Educação: currículo da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Tem como objetivo verificar qual a incidência e assuntos tratados pelos pesquisadores brasileiros na interface educação e inteligência artificial. Possui abordagem qualitativa por meio de revisão de literatura. Foi realizado levantamento de teses e dissertações aderentes à interface entre educação e inteligência artificial, na educação básica, publicadas no Brasil entre os anos 1995 a 2018. Após os recortes o estudo contou com a leitura qualitativa de dezessete publicações entre dissertações e teses que foram analisadas em acordo com critérios pré-estabelecidos. Os textos foram observados quanto a seus principais interlocutores, correntes pedagógicas, a que se destinavam, dentre outras categorias criadas para a análise. As principais considerações sobre os achados da pesquisa: a IA é tema recorrente entre as publicações, apresentando regularidade, mesmo que incipiente; as pesquisas que serviram de base para este estudo revelaram a forte característica de uso da IA na condição de ferramenta e não como objeto de estudo na educação básica; a maior parte das pesquisas produzidas sobre o assunto são oriundas de Programas de Pós-Graduação na área de Ciência da Computação ou Engenharia, poucas pesquisas em Programas de Educação; em nenhuma pesquisa a IA figura como conteúdo a ser estudado na escola e apenas um estudo faz menção à aplicação curricular.

Palavras-chave: Educação. Currículo. Tecnologias na Educação. Inteligência Artificial. Educação Básica.

## **ABSTRACT**

This research is part of the New Technologies in Education research line of the Postgraduate Program in Education: curriculum of Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. It aims to verify the incidence and subjects treated by the Brazilian researchers in the interface education and artificial intelligence. It has a qualitative approach through literature review. It was carried out a survey of theses and dissertations adherent to the interface between education and artificial intelligence, in basic education, published in Brazil from 1995 to 2018. After the cuts the study counted on the qualitative reading of seventeen publications between dissertations and theses that were analyzed in agreement with pre-established criteria, the texts were observed as to their main interlocutors, pedagogical currents, to which they were destined, among other categories created for the analysis. The main considerations about the research findings: AI is a recurring theme among publications; the research that served as the basis for this study revealed the strong characteristic of using AI as a tool and not as an object of study in basic education; most of the research produced on the subject comes from Post-Graduation Programs in the area of Computer Science or Engineering, few researches in Education Programs; in no research the AI figures as content to be studied in school and only one study discusses the curricular application.

Keywords: Education. Curriculum. Technologies in Education. Artificial Intelligence. Basic Education.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - A voz da arte - Pinacoteca de São Paulo .....	24
Figura 2 - Resumo dos dados levantamento geral .....	31
Figura 3 - Ciclo de ações que acontece na interação aprendiz-computador na situação de programação .....	51
Figura 4 - Nuvem de palavras-chave .....	69
Figura 5 - Principais interlocutores .....	70
Fluxograma 1 - Aplicação dos critérios de inclusão .....	30

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 -	Atividades Educacionais/ Alunos, uso da internet em % de alunos de escolas urbanas usuários de internet .....	21
Gráfico 2 -	Proporção de pesquisas realizadas em universidades públicas x privadas .....	58
Gráfico 3 -	Universidades onde foram realizadas as pesquisas .....	59
Gráfico 4 -	Área de concentração dos Programas de Pós-Graduação dos estudos relacionados na busca .....	60
Gráfico 5 -	Volume de publicações por ano .....	61
Gráfico 6 -	Incidência de termos utilizados nas palavras-chave.....	62
Gráfico 7 -	Proporção de pesquisas realizadas em universidades públicas x privadas .....	66
Gráfico 8 -	Área de concentração dos Programas de Pós-Graduação dos estudos relacionados na busca .....	67
Gráfico 9 -	Volume de publicações por ano .....	68

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	Equações de busca .....	28
Quadro 2 -	Definições de Inteligência Artificial .....	46
Quadro 3 -	Dados dos estudos da revisão de literatura .....	71
Quadro 4 -	Dados dos estudos da revisão de literatura – Resumos .....	72

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Categorias de análise baseadas no enfoque da pesquisa .....	63
Tabela 2 -	Categorias de análise baseadas no nível de ensino .....	63
Tabela 3 -	Categorias de análise dos estudos que trazem como foco a Educação Básica ou que podem ser aplicados à Educação Básica x Dados da tabela geral .....	65

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CEFAM	Centro Específico de Formação e Aperfeiçoamento do Magistério
IA	Inteligência Artificial
MEC	Ministério da Educação
PUC-SP	Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
TDIC	Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação
TIC	Tecnologias da Informação e Comunicação
UFSCar	Universidade Federal de São Carlos
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação Ciência e Cultura
Unicamp	Universidade Estadual de Campinas
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UNESP	Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"
UFPE	Universidade Estadual de Pernambuco
UFCG	Universidade Federal de Campina Grande
UFMA	Universidade Federal do Maranhão
UFPB	Universidade Federal da Paraíba
UFBA	Universidade Federal da Bahia
UFV	Universidade Federal de Viçosa
UNISINOS	Universidade do Vale do Rio dos Sinos
UFPeI	Universidade Federal de Pelotas
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
UEPB	Universidade Estadual da Paraíba
UERJ	Universidade Estadual do Rio de Janeiro
UFOP	Universidade Federal de Ouro Preto
UFPA	Universidade Federal do Pará
UFAM	Universidade Federal do Amazonas
UFRN	Universidade Federal do Rio Grande do Norte
UFES	Universidade Federal do Espírito Santo
USP	Universidade de São Paulo
UFG	Universidade Federal de Goiás
FGV	Fundação Getúlio Vargas
BDTD	Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>16</b>
1.1 MEMORIAL .....	16
1.2 PROBLEMATIZAÇÃO .....	20
<b>1.2.1 Objetivo Geral .....</b>	<b>25</b>
<b>1.2.2 Objetivos específicos .....</b>	<b>25</b>
<b>2 PERCURSO METODOLÓGICO .....</b>	<b>26</b>
2.1 PLANEJAMENTO INICIAL DA REVISÃO DE LITERATURA .....	26
2.2 INCIDÊNCIA DE PESQUISAS PERTINENTES A QUESTÃO LEVANTADA .....	28
2.3 EQUAÇÕES DE BUSCA .....	28
2.4 ÂMBITO DA PESQUISA .....	29
2.5 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO .....	29
2.6 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO .....	30
2.7 VALIDAÇÃO METODOLÓGICA, RESULTADOS E TRATAMENTO DOS DADOS .....	31
<b>3 REFERENCIAIS TEÓRICOS .....</b>	<b>32</b>
3.1 CURRÍCULO .....	32
<b>3.1.1 Currículo, as TDIC e a BNCC .....</b>	<b>35</b>
3.2 TECNOLOGIA .....	38
<b>3.2.1 O aperfeiçoamento das ferramentas, o avanço das técnicas: A Quarta Revolução Industrial .....</b>	<b>41</b>
3.3 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL .....	43
<b>3.3.1 O que é Inteligência Artificial, afinal.....</b>	<b>44</b>
<b>3.3.2 IA e Educação - da máquina de ensinar à máquina que aprende...</b>	<b>49</b>
3.3.2.1 A máquina de ensinar de Skinner .....	49
3.3.2.2 Máquinas de pensar com .....	50
3.3.2.3 Máquinas que aprendem .....	52
<b>3.3.3 Utilizações da IA na Educação .....</b>	<b>53</b>
3.3.3.1 Tutores Inteligentes .....	54
3.3.3.2 Plataformas Adaptativas .....	54

3.3.3.3 Outras possibilidades .....	55
<b>4 ANÁLISE DOS DADOS .....</b>	<b>58</b>
4.1 ANÁLISE QUANTITATIVA .....	58
4.2 REVISÃO DE LITERATURA .....	64
4.2.1 Revisão Quantitativa dos dados da Revisão de Literatura .....	64
4.2.2 Análise Qualitativa da Revisão de Literatura .....	69
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>85</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>87</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A introdução à pesquisa contará o percurso responsável pela formulação da questão problema que norteia a presente dissertação de mestrado. Inicialmente a trajetória da pesquisadora e a na problematização, os caminhos que foram levando ao escopo do trabalho.

### 1.1 MEMORIAL

Lembro, como se fosse hoje, quando decidi que seria professora. Tinha 13 anos, e estávamos passando pelo processo eleitoral. O colégio onde eu estudava organizou uma eleição entre os alunos, fizemos campanhas, debates, votação. Participar de todo aquele processo deixou uma marca muito grande em minha vida. Resolvi que seria professora e no final do ano seguinte encontrei uma escola onde essa vontade começaria a tomar corpo, forma e voz. Foi uma batalha em casa, a escola ficava em outra cidade, em um bairro famoso por ser perigoso e muito próximo de um presídio. Consegui entrar num consenso com meus pais de que eu deveria, pelo menos participar da prova para tentar a vaga. O CEFAM<sup>1</sup> (Centro Específico de Formação e Aperfeiçoamento do Magistério) disponibilizava apenas 120 vagas por ano e por pagar um salário mínimo para cada aluno, ter um ótimo índice de aprovação na Unicamp (Universidade Estadual de Campinas), tinha certa concorrência. Passei. Minha insistência acabou por convencer meus pais de que aquela era uma boa opção.

As aulas começaram e eu escutava de minhas colegas de sala que a escolha pelo magistério era por gostarem de criança. Eu nem tinha contato com criança, acredito que isso, gostar de criança, nem havia passado pela minha cabeça no momento que resolvi ser professora. Aquela eleição escolar deixara marcas profundas em mim, lembro que aquele processo me fez acreditar que: se fazia parte dos meus

---

<sup>1</sup>Centro Específico de Formação e Aperfeiçoamento do Magistério - projeto do governo do Estado de São Paulo que visava a formação de professores em nível médio. As escolas funcionavam em período integral, todos os estudantes recebiam uma bolsa de estudos no valor de um salário mínimo. As unidades tinham autonomia na contratação de professores, os docentes apresentavam um projeto de ensino e passavam por uma banca para serem admitidos. As unidades tinham autonomia para construção curricular, o CEFAM Campinas trabalhava por projetos e tinha por princípio a educação democrática e participativa.



planos viver em um mundo melhor, isso se daria por meio da educação e não da política e dentro dessa linha de raciocínio, eu não havia incluído as crianças ainda.

Minha postura era chocante para boa parte ou mesmo para a maioria das minhas colegas de sala, me ouvirem dizer que eu não havia escolhido estar ali pelas crianças, minha escolha era um ato político. Lembro de longos debates, olhos arregalados, falas desconfiadas. O tempo passou, minha escolha tornou-se menos ácida aos olhos daquelas que conviviam comigo, minhas colegas passaram a entender minha fala e especialmente compreender que querer um mundo melhor e buscá-lo por meio da educação não era desconsiderar a criança envolvida no processo, era vê-la como um ser humano e trabalhar com aquele indivíduo de forma que ele se posicionasse diante de qualquer realidade que se impusesse a ele.

Desse período trago comigo a lembrança de alguns autores, que acredito, foram permeando, sustentando e desafiando a professora que estava por se formar a refletir cada vez mais sobre a escola e seu papel social, dentre eles o mais marcante, sem dúvida, foi Paulo Freire.

A rotina das minhas manhãs no CEFAM, passava, também, por ler jornais que a escola disponibilizava. Nessas leituras diárias me deparei com a coluna de Rubem Alves (2001) onde ele escrevia sobre escolas e as comparava com gaiolas ou asas:

Há escolas que são gaiolas. Há escolas que são asas  
Escolas que são gaiolas existem para que os pássaros desaprendam a arte do voo. Pássaros engaiolados são pássaros sob controle. Engaiolados, o seu dono pode levá-las para onde quiser. Pássaros engaiolados sempre têm um dono. Deixaram de ser pássaros. Porque a essência dos pássaros é o voo. Escolas que são asas não amam pássaros engaiolados. O que elas amam são os pássaros em voo. Existem para dar aos pássaros coragem para voar. Ensinar o voo, isso elas não podem fazer, porque o voo já nasce dentro dos pássaros. O voo não pode ser ensinado. Só pode ser encorajado (ALVES, 2001).

Impossível ler aquela crônica e não relacionar com a leitura de Freire (2002), na qual o autor descreve saberes necessários ao educador e afirma que é fundamental que o professor "(...) se convença definitivamente de que ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua produção ou a sua construção. (FREIRE, 2002, p. 25)". O autor segue com o texto compartilhando com o leitor ideias centrais ao fazer docente e eu, na condição de leitora, estudante e futura

professora, conclui o magistério com o ideal fixo de buscar cada vez mais conhecimento, de mesmo me tornando educadora, jamais abandonar o posto de educanda e aprender, independentemente, do lugar em que eu estivesse. O CEFAM, na figura de todos os meus professores, me proporcionou muitas leituras, mas essas, especificamente, me fizeram vislumbrar a figura de educadora que eu desejava ser.

Terminei o magistério em dezembro de 2002, naquele momento participando de vários vestibulares, fui aprovada no curso de Pedagogia na UFSCar (Universidade Federal de São Carlos) e lá continuei meus estudos na área da educação. Desse período, muitas são as referências, porém, novamente o estudo da obra Freireana foi marcante. Afinal, após aprofundamento sobre história, filosofia e sociologia da educação, voltar à "Pedagogia do Oprimido" fez com que todo o desejo por uma educação libertária, humanista e crítica, tomasse mais força.

Não tendo me adaptado à cidade, prestei vestibular novamente e entrei na Unicamp, onde me formei no curso de Pedagogia.

É interessante hoje pensar em como foi minha trajetória na área educação, a forma como o CEFAM me marcou não apenas por fazer parte de quatro importantes anos da minha adolescência, mas também a marca que imprimiu na professora que eu me tornei.

Retomar esse histórico de formação me faz pensar na travessia tal qual o termo aparece em Grande Sertão Veredas, "Digo: o real não está na saída nem na chegada: ele se dispõe para a gente é no meio da travessia (ROSA, 2001, p. 80)". O meu real currículo, a minha identidade, não apenas na condição de profissional da educação, mas também a identidade da mulher que eu me tornei está tão forte e intimamente ligada à travessia que tem sido minha vida, muito mais ao meu percurso do que aos títulos.

Fazer esse percurso sempre trouxe inúmeras situações que me motivaram e continuam me levando a querer conhecer e saber mais dentro do vasto campo da educação. Os elementos que integram a formação do aluno, de que forma aprende, de que maneira se relaciona com seus objetos de estudo, o papel do professor e da formação desse profissional para trabalhar com ele, quais elementos nessa formação são necessários ou imprescindíveis para formar determinado aluno, toda a esfera pública que ampara a formação, seja do aluno ou do professor. Enfim, questões que convergem num ponto central quando penso na formação de um indivíduo, seja essa

formação no âmbito formal ou não, todas essas questões envolvem o currículo, a travessia que todos nós passamos ao viver e conviver dentro de uma escola.

E foi pensando em currículo que, em 2017 iniciei o mestrado em Educação na PUC-SP, especialmente na área de Currículo. De agosto de 2017 até os dias atuais muitos temas passaram pelo meu interesse e, por um motivo ou outro, deixaram de ser a pauta da minha dissertação. Porém, provocando cada vez mais indagações e curiosidade sobre tecnologia e suas aplicações na escola. Fosse por um ângulo ou outro todos tinham em sua centralidade o uso das TDIC (Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação), fosse a formação de professores para o uso das tecnologias, fosse a discussão sobre os multiletramentos, fosse a presença ausente do uso das TDIC na Base Nacional Comum Curricular ou mesmo o papel da gestão na implementação de projetos bem sucedidos que levassem em conta o mundo digital no qual estamos inseridos. Todos esses assuntos me apresentaram um universo novo de reflexão sobre o mundo em que vivemos e sobre o quanto o mundo digital é subestimado no campo educacional.

As leituras e estudos sobre os temas coincidiram com o período eleitoral de 2018 e ficou evidenciado, para mim, através do noticiado uso massivo de ferramentas digitais, dentre elas as redes sociais, por exemplo, e a carência de formação para lidar com o poder da tecnologia. O que me levou a acreditar que o mundo digital não é subestimado apenas no campo educacional.

Durante o período eleitoral, as discussões sobre notícias falsas tomaram os noticiários, as escolas, ocuparam as rodas de conversa nos mais variados lugares e, junto as discussões sobre o pleito, uma figura interessante apareceu: os “bots”<sup>2</sup>. E assim, mais uma vez a inteligência artificial ocupou o imaginário humano como algo maléfico, perigoso, fora de controle, da mesma forma ocupou também lugar nas minhas indagações, provocando amplamente minha curiosidade.

Do período de ideias conturbadas, discussões inacabadas, incertezas firmadas, surgiu uma nova inquietação: saber o quanto a Inteligência Artificial tem aparecido e se envolvido com a educação e de quais formas.

---

<sup>2</sup>Programação que pode fazer serviços repetitivos ou automatizados, por exemplo, buscas por termos e ou mesmo buscar pelo preço mais baixo anunciado de um determinado produto. No caso das redes sociais, o que mais chamava a atenção eram os diálogos e comentários tecidos através de programações usando algoritmos de inteligência artificial, assim, discussões intermináveis e dotadas de grande argumentação foram tecidas por “bots” programados para esse fim.

## 1.2 PROBLEMATIZAÇÃO

As TDIC estão inegavelmente inseridas na sociedade contemporânea, presentes na execução de tarefas simples. Desde localizar um endereço e traçar a forma mais rápida de chegar até ele; a conversar com alguém do outro lado do mundo de maneira rápida e barata, as atividades humanas estão cada vez mais cercadas do auxílio, intermédio ou até mesmo dependentes de ferramentas digitais. No campo educacional não é diferente, a cada dia é possível perceber que mesmo diante das adversidades estruturais, as ferramentas digitais chegam à escola.

Dados do TIC Educação<sup>3</sup> (CETIC, 2018) demonstram que 96% dos alunos pesquisados já acessaram a internet<sup>4</sup>, dos quais 69% acessam mais de uma vez por dia e 19% acessam pelo menos uma vez por dia. Os dados que dizem respeito ao currículo escolar também transparecem a constante utilização das TDIC nas atividades escolares, conforme podemos ver no gráfico 1.

---

<sup>3</sup>O TIC Educação é uma pesquisa de abrangência nacional que busca mapear o uso das TDIC na educação. Tem como base as escolas cadastradas no censo educacional do INEP e coleta dados de escolas públicas desde 2010 e privadas desde 2011. Participam da pesquisa diretores, coordenadores, professores e alunos do 5º e 9º do Ensino Fundamental e do 2º ano do Ensino Médio.

<sup>4</sup>Rede de alcance mundial que permite a conexão entre várias redes, como se fosse uma grande teia. Através dessa grande teia é possível compartilhar informações de diferentes formas, conteúdos e diferentes mídias (imagens, textos ou sons).

Gráfico 1 - Atividades educacionais/ alunos, uso da internet em % de alunos de escolas urbanas usuários de internet



Fonte: CETIC (2018)

A observação dos dados publicados pela TIC Educação, pesquisas realizadas entre 2010 a 2018, mostra a crescente inserção da escola no mundo digital, mesmo que na condição de ferramenta, vinculado à função de suporte educacional apenas e não na forma de objeto de estudo e debate propriamente dito, a tecnologia está presente na maioria das escolas pesquisadas.

O relatório publicado pela UNESCO (2010), Educação: um tesouro a descobrir, traz uma importante afirmação no que diz respeito ao progresso científico,

A tensão entre tradição e modernidade está relacionada com a mesma problemática: adaptar-se sem se negar a si mesmo, construir sua autonomia em dialética com a liberdade e a evolução do outro, além de manter sob controle o progresso científico. Com este espírito é que se deve enfrentar o desafio instigante das novas tecnologias da informação (UNESCO, 2010, p. 8).

Em consonância com a afirmação acima é pertinente debater sobre a construção da autonomia do aluno e a forma como ela pode ser mediada pela escola e por meio da tecnologia, tendo nesta última um meio de se atingir a formação de um aluno autônomo, um cidadão digital. Ademais, de que forma discutir ou mesmo, como o próprio relatório traz, controlar o progresso científico se a tecnologia é encontrada de forma ainda incipiente nos currículos escolares na condição de objeto de estudo, ocupando sempre o lugar de meio e produzindo com isso a necessidade de consumo e não de reflexão sobre a ferramenta.

Em termos de regulamentação a inserção das TDIC aparece na BNCC (Base Nacional Comum Curricular) de forma tênue, primeiramente na descrição da competência 5,

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. (BRASIL, 2017)

E, ao longo do documento, na forma de sugestões para desenvolver habilidades elencadas na proposta, na maioria das vezes, na condição de ferramenta, sem a intenção de que a tecnologia se torne o conteúdo a ser estudado ou discutido, aliás, raras são as passagens em que a tecnologia aparece ou pode se tornar um objeto de estudo.

Não é possível negar o avanço da aprovação da BNCC. É necessário ter em vista que ela é, inegavelmente, um marco em busca de uma educação que proponha a equidade. No entanto, é como se a BNCC entrasse para a história no papel de revolução, porém com o mesmo conteúdo que teria, se tivesse sido escrita e aprovada há dez ou vinte anos.

Isso em um momento no qual uma busca informal no buscador Google pela combinação dos termos "*inteligência artificial*" e *educação*, retorna em 33 segundo 6.380.000 resultados, obviamente esse não é um dado científico, mas é um indicativo de que, embora não conste na BNCC, a inteligência artificial permeia as discussões sobre educação, provavelmente por ser um assunto emergente ou por estar cada vez mais presente nas relações de trabalho e também por ainda povoar o imaginário humano na forma de ficção científica.

Algumas iniciativas envolvendo Inteligência Artificial e educação estão em curso em alguns países, mesmo que embrionárias, trazem algumas indicações sobre essa integração.

Plataformas adaptativas como Third Space learning<sup>5</sup>, Carnegie Learning<sup>6</sup> e NVIDIA Deep Learning<sup>7</sup>, são usadas para a personalização da aprendizagem, empregam recursos de inteligência artificial para acompanhar a trajetória dos alunos

---

<sup>5</sup> Disponível em: <https://thirdspacelearning.com/>. Acesso em: 08 mai. 2019.

<sup>6</sup> Disponível em: <https://www.carnegielearning.com/products/our-products/overview/>. Acesso em: 08 mai. 2019.

<sup>7</sup> Disponível em: <https://www.nvidia.com/en-us/deep-learning-ai/education/>. Acesso em: 08 mai. 2019.

na no correr do percurso da aprendizagem e podem sugerir caminhos ou trilhas diferentes segundo as preferências e características dos mesmos, ao mesmo tempo, apresentam dados que informam aos professores quais as dificuldades dos alunos para que este possa tomar decisões assertivas e que propicie maior aproveitamento do aluno ou do grupo. Outras aplicações estão sendo experimentadas, como algoritmos que reconhecem a escrita do aluno e identificam sua emoção. Em sua grande maioria a utilização de inteligência artificial ainda se encontra localizada em processos de educação à distância.

Iniciativas educativas não formais como o projeto realizado através da parceria entre a Pinacoteca de São Paulo e a IBM, na instalação A voz da arte<sup>8</sup>, e a assistente cognitiva Iris+ do Museu do Amanhã<sup>9</sup>, também indicam uma possibilidade de integração da IA a boas experiências de aprendizagem. Em ambos os projetos a inteligência artificial favorece o diálogo entre os visitantes e o museu, tornando as visitas interativas, socialmente inclusivas e propositivas.

A primeira iniciativa, A voz da arte, permitiu que os visitantes “converssem” com uma série de obras de arte, como se estivessem dialogando com os retratados. Um exemplo, apresenta o quadro O Mulato de Cândido Portinari. Por meio de programas de inteligência artificial associado às bases de dados Watson da IBM<sup>10</sup>, o visitante, adulto ou criança, pode fazer perguntas ao quadro e é respondido pelo “mulato”, personagem tema da obra de arte. Experimentos com crianças mostram que elas se interessam em saber sua idade, nome, para que time torce, como se sente, o número de bananeiras pintadas ao fundo, e outras informações, o “quadro” pergunta a idade da criança e responde com informações “adequadas” à faixa etária.

---

<sup>8</sup> Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=WlvMS5IH5RU>. Acesso em: 08 mai. 2019.

<sup>9</sup> Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=os\\_shHyK3-O](https://www.youtube.com/watch?v=os_shHyK3-O). Acesso em: 08 mai. 2019.

<sup>10</sup> IBM Watson é um sistema cognitivo que possibilita a parceria entre pessoas e computadores, a interação pode ser por texto ou voz e ele pode compreender comandos em linguagem natural. Educadores e curadores da Pinacoteca de São Paulo fizeram a seleção de algumas obras do acervo do museu, e trabalharam junto com o Watson para ensiná-lo sobre seus autores, contexto histórico, relação com o cotidiano e outras curiosidades. Disponível em: <https://www.revistahabitare.com.br/artigos/projeto-a-voz-da-arte-torna-o-acesso-aos-museus-mais-inclusivo/>. Acesso em: 12 jun. 2019.

Figura 1 - A voz da arte - Pinacoteca de São Paulo



Fonte: Merigo (2017)

Já a IRIS+ é um assistente cognitivo, que também utiliza a plataforma do IBM Watson. Tecnicamente é possível interagir com a assistente sobre dois eixos temáticos: sustentabilidade e convivência, mas sua função no Museu do Amanhã (RJ) vai além de responder perguntas ou auxiliar na visita ao espaço, ela é propositiva e questiona os visitantes, provocando reflexão. Basicamente a ideia central do conceito da assistente é suscitar nos visitantes a reflexão sobre seu papel na sociedade e, partindo disso, fazer um convite à uma existência sustentável.

Há também o brinquedo intitulado Dino, um boneco de dinossauro que interage com as crianças, de forma semelhante ao quadro do museu. Disponível apenas em Língua Inglesa, integra uma nova classe de brinquedos chamada de “cognitivos”. Além do Dino, com IA, outros brinquedos cognitivos são robôs para montar ou programar.

Outrossim, estamos adentrando a uma nova “onda” de transformações com potencial de atingir não apenas os dispositivos tecnológicos, mas a economia, a cultura e a sociedade como um todo: a quarta onda ou a Economia ou Tecnologia 4.0. Cabe resgatar que as ondas anteriores são as máquinas a vapor, a energia elétrica e a informatização e, cada uma a seu tempo, trouxe grandes impactos ao dia a dia.



Segundo Klaus Schwab (2018) as principais características dessa nova onda residem na automatização de sistemas, e a IA ocupa grande espaço em todos os segmentos laborais.

Por um lado, as comunicações e informes nacionais e estrangeiros, nas mídias eletrônicas anunciam que as profissões que hoje, no final da segunda década do século XXI, conhecemos estarão fadadas a desaparecer em poucos anos devido à inteligência artificial e “algoritmos”, o que indica a urgência do debate sobre quais os rumos devemos dar à educação dos jovens atuais. Por outro lado, existe o desconhecimento sobre do que realmente se trata a “inteligência artificial”, longe dos livros e filmes que prenunciam suas aplicações futuras.

Diante da crescente e irrevogável digitalização da vida e agora sua eminente automatização com o advento da Economia 4.0, é necessário indagar sobre: qual o estado da arte quando se trata de IA e educação no Brasil?

### **1.2.1 Objetivo Geral**

Essa pesquisa busca verificar qual a incidência e quais os assuntos tratados pelos pesquisadores brasileiros na interface educação e inteligência artificial.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

A fim de atingir o objetivo proposto na presente pesquisa, elencou-se os seguintes objetivos específicos:

- I. Levantamento de pesquisas (teses e dissertações) publicadas pela comunidade científica brasileira sobre a interface educação e inteligência artificial;
- II. Leitura crítica do material e levantamento dos dados.

## 2 PERCURSO METODOLÓGICO

Nesse capítulo foi descrito todo o caminho percorrido para atingir os objetivos estipulados para que esse estudo atingisse os objetivos estipulados na tentativa de buscar dados que oferecessem uma resposta ao problema levantado inicialmente. O capítulo foi escrito em duas partes: na primeira consta o planejamento de como seria feita a revisão de literatura e nos demais tópicos a forma como a revisão aconteceu na prática.

### 2.1 PLANEJAMENTO INICIAL DA REVISÃO DE LITERATURA

Buscar respostas para o problema levantado passa por revisar a literatura existente quanto a incidência de pesquisas sobre a inteligência artificial e suas possíveis contribuições ou aplicações no campo educacional. Assim a Revisão Sistemática da Literatura é pertinente e pode contribuir para a construção do olhar sobre o assunto.

A revisão sistemática de literatura propõe-se a ampliar o campo de estudo para que o pesquisador consiga explorar o assunto até que se alcance um referencial cientificamente seguro e confiável, um percurso de trabalho científico pautado em procedimentos previamente definidos que levam à validação da pesquisa.

De acordo com Perrier (2019), Ramos, Faria e Faria (2014) e Staker (2011), a Revisão Sistemática de Literatura (RSL) passa, impreterivelmente, pelo desenvolvimento de um protocolo de pesquisa, no qual é necessário registrar claramente quais os passos na busca pela questão levantada na pesquisa. Assim,

No processo de revisão sistemática de literatura, é imprescindível que sejam registradas todas as etapas de pesquisa, não só para que esta possa ser replicável por outro investigador, como também para se aferir que o processo em curso segue uma série de etapas previamente definidas e absolutamente respeitadas nas várias etapas (RAMOS; FARIA; FARIA, 2014, p. 7).

Dessa forma, para o presente estudo o protocolo adotado seguiu as seguintes etapas:

- I. Objetivo: identificar, através de publicações acadêmicas, a incidência de pesquisas sobre a aplicação de inteligência artificial ao campo educacional.
- II. Equações de pesquisa: com o intuito de ampliar os resultados para então refiná-lo através dos critérios de inclusão/exclusão, a expressão utilizada será: *educação e inteligência artificial* e também *educação e computação cognitiva* (expressão que tem sido utilizada no lugar de inteligência artificial). As expressões serão formuladas de acordo com as características de busca de cada portal, de forma a contemplar estudos que incluam a expressão exata e também que contenham os termos da expressão.
- III. Âmbito da pesquisa: consulta ao Portal de Periódicos da Capes, à Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) e ao Catálogo de Teses e Dissertações da Capes.
- IV. Critérios de Inclusão: estudos (teses, dissertações e artigos publicados no Brasil. Devido ao caráter emergente da pesquisa, não será feito recorte de data e poder estabelecer um histórico de produção relativo ao tema. No caso dos artigos, a busca se dará nos periódicos com Qualis A1, A2 e B1, como objetivo de garantir maior critério.
- V. Critérios de Exclusão: Após leitura dos resumos serão excluídos os estudos cujo teor não seja pertinente ao tema pesquisado; publicações internacionais.
- VI. Validação Metodológica: Aplicação rigorosa dos critérios de inclusão/ exclusão e detalhamento das decisões por incluir ou excluir itens.
- VII. Resultados: serão organizados de forma a permitir análise do teor das pesquisas, assim como, transparecer os critérios de exclusão. O gerenciamento dos dados bibliográficos e do conteúdo será feito através de software.
- VIII. Depuração e Tratamento dos Dados: Leitura, resumo estruturado dos achados da pesquisa, utilização dos dados para análise e subsídios para responder à questão levantada pela presente pesquisa.
- IX. Objetivo: identificar, através de publicações acadêmicas, a incidência de pesquisas sobre a aplicação de inteligência artificial ao campo educacional.

## 2.2 INCIDÊNCIA DE PESQUISAS PERTINENTES A QUESTÃO LEVANTADA

O levantamento inicial foi feito na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BTDT), entre os meses de maio e junho de 2019. Inicialmente foram encontrados 154 estudos, entre teses e dissertações, no período de busca que compreendeu publicações do ano de 1995 até o ano de 2018. Os dados foram importados da base da BTDT com as seguintes informações: autor, colaboradores (orientador e banca examinadora), título, resumo, instituição, publicação, nível (mestrado ou doutorado), idioma, palavras-chave e endereço de acesso ao trabalho completo.

A observação dos dados iniciais levou em consideração a impossibilidade de reconhecer a pertinência ou não de trabalhos cujos resumos não estavam acessíveis, assim deu-se a primeira exclusão, restando 122 pesquisas.

## 2.3 EQUAÇÕES DE BUSCA

Manteve-se a escolha de fazer a busca com expressões gerais, conforme é possível analisar no quadro 1.

QUADRO 1 - Equações de busca

EQUAÇÕES	RESULTADOS - BTDT
educa* AND "inteligência artificial"	151
educa* AND "computação cognitiva"	3

Fonte: o autor (2019)

O asterisco (\*) é um caractere coringa, assim, seu uso estende a busca a termos que podem derivar do prefixo educa (educação, educacional, educativo, educador, entre tantos outros). O uso do termo "AND" condiciona a busca implícita, ou seja, o retorno dos achados precisa, necessariamente atender à ambos os termos, no caso educa\*+"inteligência artificial", termo esse que foi posto entre aspas para que fosse retornado na busca o termo exato.

Optou-se por não refinar a busca criando novas equações para que fosse possível observar todo e qualquer estudo que relacionasse as duas áreas. O que em

tese, poderia possibilitar ampliar o campo de observação sobre o que se tem produzido na academia sobre o assunto.

## 2.4 ÂMBITO DA PESQUISA

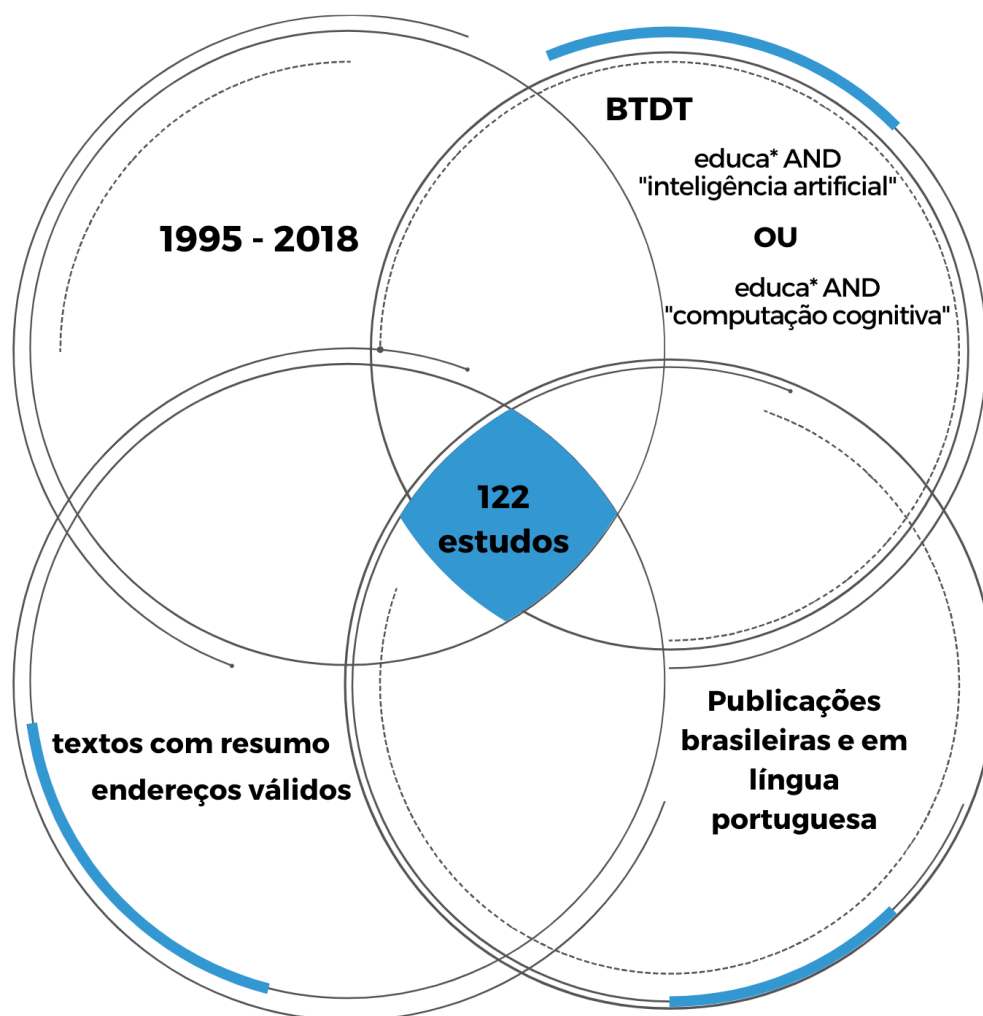
Inicialmente cogitou-se fazer ampla busca de teses, dissertações e artigos científicos sobre o tema, conforme explicitado inicialmente. No entanto, após alguns testes no banco de periódicos da CAPES, o uso de artigos foi descartado devido à não filtragem das buscas, o que exigiria conferência manual ou mesmo buscas diretas nos periódicos o que não seria possível fazer em tempo hábil para a conclusão desse estudo.

Assim, coube a escolha de recorte para esse levantamento o trabalho com pesquisas (teses e dissertações) realizadas no Brasil, publicadas em língua portuguesa, entre os anos de 1995 a 2018, que atendessem à equação de busca. Após os primeiros levantamentos de dados, foi feito um novo recorte, selecionando para leitura apenas os trabalhos relacionados ou aplicáveis à Educação Básica.

## 2.5 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO

Inicialmente os critérios de inclusão, já descritos anteriormente foram aplicados como é possível observar no fluxograma 1.

Fluxograma 1 - Aplicação dos critérios de inclusão



Fonte: o autor (2019)

## 2.6 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO

A leitura dos resumos dos 122 estudos foi precedida pela adoção dos seguintes critérios de exclusão:

- Pesquisas que tratassem sobre o aprendizado da máquina (como é comum, em se tratando de IA);
- Publicação em outros idiomas;
- Textos sem resumos, incompletos ou com endereços inválidos.

Esses critérios levaram à exclusão de 42 pesquisas.

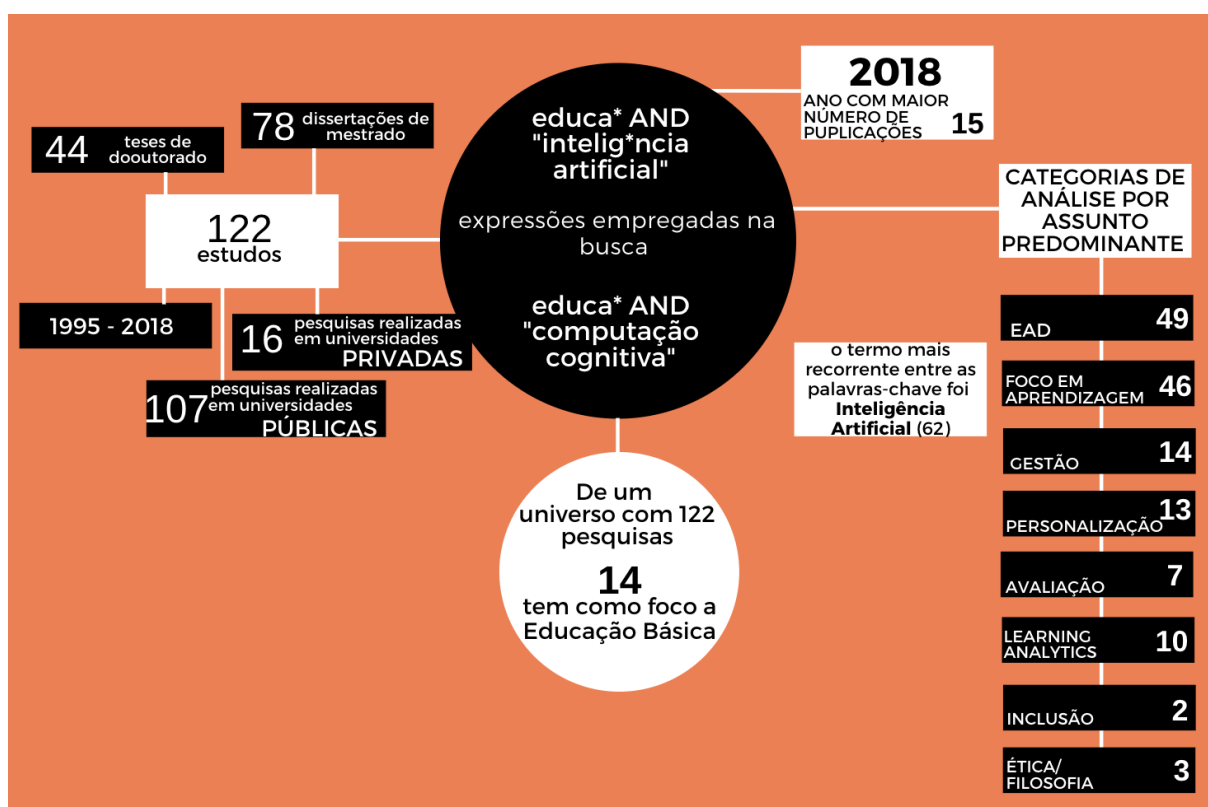
A leitura dos resumos também levou a criação de categorias de análise, para auxiliar na seleção dos estudos que fariam parte do recorte da pesquisa, dentre elas

quanto ao nível de ensino ao qual dizia respeito a pesquisa: Ensino Básico (Infantil, Fundamental e Médio), Ensino Superior e ainda, se o estudo mesmo não tendo como enfoque prioritário o Ensino Básico poderia ser aplicável a ele de forma a contribuir com o segmento. Desse novo recorte emergiu a categoria a ser analisada com maior profundidade: 14 estudos baseados no Ensino Básico e 9 estudos que podem ser aplicados a esse segmento de ensino.

## 2.7 VALIDAÇÃO METODOLÓGICA, RESULTADOS E TRATAMENTO DOS DADOS

Os resultados serão apresentados no tópico 4 "ANÁLISE DOS DADOS". Os achados da pesquisa foram tabulados em gráficos, tabelas e texto, para possibilitar tanto a observação quantitativa do levantamento, quanto os aspectos qualitativos dos dados. A Figura 2 traz um breve resumo dos achados, os dados expressos nela serão novamente abordados e discutidos.

Figura 2 - Resumo dos dados do levantamento geral



Fonte: o autor (2019)

### 3 REFERENCIAIS TEÓRICOS

Nesse capítulo serão abordados conceitos básicos sobre Currículo, Tecnologia e Inteligência Artificial nas suas ligações com educação. O objetivo é oferecer suporte teórico para elucidar temas relevantes e subsidiar a discussão sobre a questão levantada inicialmente.

#### 3.1 CURRÍCULO

O currículo, enquanto campo de pesquisa, aparece ao longo da história representado sob variadas e diferentes correntes, portanto, definido de muitas formas e transparecendo os diversos entendimentos de escola e sociedade, sempre tendo como "questão central" a função de definir qual o conhecimento a ser ensinado (SILVA, 2004, p. 14). Essas teorias foram ao longo da história permeando o fazer pedagógico, fossem elas tradicionais, críticas ou pós-críticas. Dessa forma,

O currículo é sempre o resultado de uma seleção: de um universo mais amplo de conhecimentos e saberes seleciona-se aquela parte que vai constituir precisamente, o currículo. As teorias do currículo, tendo decidido quais conhecimentos devem ser selecionados, buscam justificar por que "esses conhecimentos" e não "aqueles" devem ser selecionados. (SILVA, 2004, p. 15).

Nas correntes mais tradicionais o conhecimento é algo absoluto, imutável e inquestionável, a função da escola passa por buscar formas para repassá-lo. Educar é uma tarefa técnica e tem no currículo o documento que organiza e permite desenvolver o que for necessário para repassar o conhecimento de geração em geração.

A teoria crítica surge contestando a visão tecnicista das correntes tradicionais, de acordo com Abramowicz (2006) tem início um movimento que anseia por "repensar o currículo" e defende que o conhecimento não é neutro. Silva (2004) coloca que as teorias tradicionais se colocavam em posição de "aceitação", ajuste e adaptação", enquanto as teorias críticas propõem uma transformação. Há, portanto, uma mudança no modo de ver o currículo dentro da dinâmica escolar, "[...] Para as teorias críticas o



importante não é desenvolver técnicas de como fazer o currículo, mas desenvolver conceitos que nos permitam compreender o que o currículo faz" (SILVA, 2004, p. 30).

Essa compreensão da dimensão do currículo dentro das teorias críticas enxerga-o para além do conjunto de disciplinas que ele aparentemente é, para reconhecer nele um poderoso mecanismo de reprodução, manutenção, controle (social) e dominação. Assim não podendo aceitá-lo como um tratado de técnicas, mas sim como uma proposta de ação. O currículo determina um processo que resultará em um produto, ele é o planejamento da ação, não lhe cabe a condição de neutralidade. Logo,

Não há apenas a propriedade econômica; há também a propriedade simbólica - capital cultural -, que as escolas preservam e distribuem. Assim podemos agora começar a entender mais perfeitamente como as instituições de preservação e distribuição cultural, como as escolas, criam e recriam formas de consciência que permitem a manutenção do controle social sem a necessidade de grupos dominantes terem de apelar à mecanismos abertos de dominação. (APPLE, 2006, p. 37)

Nas palavras de Freire (2001),

Todo projeto pedagógico é político e se acha molhado de ideologia. A questão a saber é a favor de quê e de quem, contra quê e contra quem se faz a política de que a educação jamais prescinde. (...) A questão fundamental é política. (...) Tem que ver com quem decide sobre que conteúdos ensinar, que participação tem os estudantes, os pais, os professores, os movimentos populares na discussão em torno da organização dos conteúdos programáticos. (FREIRE, 2001, p. 44-45, com adaptações).

A não neutralidade assumida suscita a inclusão da cultura dos indivíduos da escola e sustentam a não reprodução de um padrão cultural.

As teorias pós-críticas vão trazer para o debate o multiculturalismo. E é nessa perspectiva polissêmica, onde o currículo é reflexo e reflete variadas dimensões (cultural, social, prática, histórica, política, social), entendendo que por meio dele identidades são construídas dentro da instituição escolar (ABRAMOWICZ, 2006), que esse estudo se baseia. Onde o currículo está além de fruto da legislação ou mero documento escolar, vendo nele o reflexo das pessoas de seu tempo, e por pessoa tomar todos os envolvidos: as crianças, os jovens, os professores, funcionários e toda a comunidade na qual esses atores estão inseridos. É, considerar que,

(...) a cultura é o conteúdo substancial da educação, sua fonte e sua justificativa última: a educação não é nada fora da cultura e sem ela. Mas reciprocamente, dir-se-á que é pela e na educação, através do trabalho paciente e continuamente recomeçado de uma "tradição docente" que a

cultura se transmite e se perpetua: a educação "realiza" a cultura como memória viva, reativação incessante e sempre ameaçada, fio precário e promessa necessária da continuidade humana. (FORQUIN, 1993, p. 3).

O currículo, nessa perspectiva é integrante de uma estrutura complexa dentro da escola, nessa perspectiva assume-se a escola na qualidade de parte da sociedade e, enquanto espaço social, envolvida com todas as dimensões que fazem parte da vida dos indivíduos que com ela se relacionam, sejam aqueles cujo trabalho efetivo é o campo escolar (funcionários administrativos e docentes), sejam os indivíduos que ela atende direta ou indiretamente (alunos, familiares, comunidade). Esse documento contém, ou deveria conter, os anseios de formação: qual cidadão essa escola forma, para qual sociedade. Teoricamente a análise do currículo deveria transparecer qual formação é almejada após a travessia pelo trajeto planejado.

Ao mesmo tempo que é documento condicionado a normas externas, é um importante instrumento para criar uma identidade de formação,

O foco mais próximo é no currículo. Por quê? Na construção espacial do sistema escolar, o currículo é o núcleo e o espaço central mais estruturante da função da escola. Por causa disso, é o território mais cercado, mais normatizado. Mas também o mais politizado, inovado e ressignificado. (ARROYO, 2013, p. 13).

Assim, é o documento que vai reger o trabalho da escola, mas é também o espaço, ou território, para a inovação é o espaço para ser disruptivo. Em um momento de crise de padrões e mudanças profundas, como a vivenciada pela sociedade da informação, a tentativa de solidificar identidades disciplinares só aumenta a tensão entre docência e o campo do conhecimento (ARROYO, 2013).

Há uma revolução contemporânea no campo do saber que vem da complexidade da vida social e das novas indagações que chegam às diversas áreas do conhecimento. Toda tensão nesse campo tenciona os profissionais do conhecimento, seus saberes, valores, culturas e identidades profissionais (ARROYO, 2013, p. 359).

Posto isso é imperativo entender não apenas o que legalmente é colocado para a construção desse currículo, mas também as condições impostas, mesmo que involuntariamente, pela sociedade do conhecimento à educação.

### 3.1.1 Currículo, as TDIC e a BNCC

A população em geral, especialmente nos grandes centros urbanos, é altamente conectada e de acordo com Almeida e Silva (2014)

[...] estar conectado é uma questão de direito, uma condição à participação na contemporaneidade, ao exercício pleno da cidadania, ao acesso e expressão ampla e transparente a informação. (ALMEIDA; SILVA, 2014, p. 1240)

A escola, inserida nessa cultura, deve, ou deveria ter entre 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, por sua vez digital.

É necessário considerar a cultura digital é contexto da escola, os dados observados pelas pesquisas apresentadas pelo TIC Educação, são prova disso. Mesmo que a instituição não tenha infraestrutura, mesmo que os profissionais não sejam capacitados o suficiente, a escola e todos os seus personagens vivem um mundo digital, são influenciados por ele, interagem com e são atores dessa cultura, mesmo que, muitas vezes, na condição de consumidores apenas.

Não é possível que a escola se descole ou se distancie dessa realidade. Lidar com a informação é também tarefa da escola, haja visto o advento das notícias falsas que circulam livremente pela rede. Formar cidadãos que atuem de forma crítica e consciente na sociedade da informação é condição imprescindível ao currículo.

Os estudos acerca do multiletramento (ROJO, 2013) defende um trabalho pedagógico que considere o espaço cultural onde o grupo está inserido, ou seja, leva em conta o olhar para a “multiplicidade cultural” e a “multiplicidade semiótica”, para a formação de um aluno crítico, autônomo e sujeito de seu processo de aprendizagem. Fazer parte da cultura digital é algo que não se escolhe, está posto. Está aqui, é presente, realidade e futuro. Dessa forma,

Não se trata, portanto, de assentar uma inovação, as tecnologias ou a conexão às redes de computadores na escola. Trata-se de uma mudança no currículo, integrando-o à cultura – agora digital, ao debate sobre os impactos dessa cultura no cotidiano, na formação das identidades dos educandos e educadores, nas características sociais e políticas que imprimem nos níveis locais e globais, no empoderamento dos sujeitos da educação e no compromisso com a qualidade social da educação. (ALMEIDA; SILVA, 2014, p. 1241).

Assegurar a mudança curricular de forma a integrar as TDIC, passa por incluir sua relevância também na legislação. No Brasil, em 2017 foi aprovada a BNCC (Base Nacional Comum Curricular), um documento que orienta a organização curricular nas escolas públicas e privadas de todo o país, é um documento previsto na Constituição de 1988, na LDB 9394/96 (Leis de Diretrizes e Bases da Educação de 1996) e no PNE (Plano Nacional da Educação) de 2014. Portanto, um documento há muito tempo desejado.

A introdução estabelece como principais objetivos: a superação da fragmentação das políticas públicas direcionadas à educação, a garantia ao acesso e permanência dos alunos. Traz ainda a concepção de conhecimento curricular contextualizado (local, social e individualmente), propõe uma formação integral, proporcionando o desenvolvimento humano global, tendo como meta a equidade.

A leitura da BNCC deixa claro os avanços no que diz respeito à análise dos documentos anteriores. Na LDB 9394/96 há menção a necessidade da discussão acerca da constituição de um documento regulatório e norteador; os PCN (Parâmetros Curriculares Nacionais) traziam parâmetros, mas não eram tão claros com relação ao que seria trabalhado, além do que, por tratar-se de parâmetros, não eram obrigatórios; as DCN (Diretrizes Curriculares Nacionais) também não apresentam um direcionamento claro com relação ao trabalho efetivo em sala. Assim, os documentos que precedem a formulação da BNCC são generalistas e não apontam os conteúdos a se trabalhar na educação básica.

O documento foi formulado por uma equipe mista, composta por indivíduos de todos os estados do Brasil, dentre professores e especialistas, contou também com três versões distintas e em última etapa aconteceram audiências públicas para a discussão de seu texto final. É orientada por dez competências gerais que permeiam todo o conjunto de competências e habilidades estabelecidas para a Educação Básica brasileira, que se divide em três etapas: educação infantil, ensino fundamental (anos iniciais e anos finais) e ensino médio. Sua estrutura é focada no trabalho de habilidades. As competências gerais são:

- 1- Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.
- 2- Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação

e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.

3- Valorizar e fruir as diversas manifestações artísticas e culturais, das locais às mundiais, e também participar de práticas diversificadas da produção artístico-cultural.

4- Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.

5- 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.

6- Valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais e apropriar-se de conhecimentos e experiências que lhe possibilitem entender as relações próprias do mundo do trabalho e fazer escolhas alinhadas ao exercício da cidadania e ao seu projeto de vida, com liberdade, autonomia, consciência crítica e responsabilidade.

7- Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta.

8- Conhecer-se, apreciar-se e cuidar de sua saúde física e emocional, compreendendo-se na diversidade humana e reconhecendo suas emoções e as dos outros, com autocrítica e capacidade para lidar com elas.

9- Exercitar a empatia, o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação, fazendo-se respeitar e promovendo o respeito ao outro e aos direitos humanos, com acolhimento e valorização da diversidade de indivíduos e de grupos sociais, seus saberes, identidades, culturas e potencialidades, sem preconceitos de qualquer natureza.

10- Agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, tomando decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários. (BRASIL, 2017, n.p.)

A existência de uma base nacional é um avanço se considerar sua função de aproximar ou padronizar, mesmo que minimamente, o ensino público e privado, garantir que um aluno do 4º do Ensino Fundamental público, que estuda em uma escola no Rio Grande do Sul esteja aprendendo as mesmas propostas que um aluno que more no Acre é um passo importante na busca pela equidade. Porém, a leitura atenta do documento não deixa de provocar no leitor a dúvida se a BNCC dará conta de tamanho desafio.

A competência que cabe ao escopo da presente pesquisa é a número 5, que trata sobre a apropriação de tecnologias digitais e de informação e comunicação.

Santomé (2013) aborda as características das novas tecnologias como facilitadoras da aprendizagem, além de possibilitar uma gama variada de atividades,

propicia o amplo acesso à informação, exigindo das instituições escolares atenção sobre as reais necessidades dos alunos e da sociedade, bem como criticidade ao avaliar vantagens e limitações das ferramentas digitais em uso na sala de aula.

O autor ressalta ainda que "A alfabetização digital implica tanto o domínio da leitura e da compreensão da informação em formato multimídia e hipermídia como sua própria produção e difusão" (SANTOMÉ, 2013, p. 21). E complementa salientando que a alfabetização digital não deve restringir-se a produção e difusão, mas incluir nesse processo a possibilidade de novas formas de aprendizado, práticas críticas, mais democráticas, colaborativas, usufruir do potencial de aproximação que as redes podem assumir ao permitir a formação de comunidades de aprendizagem, equipes de trabalho interessadas em uma mesma temática. Essa característica da rede pode beneficiar toda a comunidade escolar, uma vez que pode servir tanto a alunos, quanto a professores.

Por outro lado, há que se preocupar com o caráter excludente da tecnologia,

Todas as tecnologias funcionam como mecanismos de inclusão, porém se convertem, simultaneamente, em recursos de exclusão. Elas permitem realizar novas tarefas, ter acesso a informações, instituições e pessoas; abrem novas possibilidades de atribuição de poderes àqueles grupos que sabem dela se aproveitar. Todavia, como toda tecnologia, ao mesmo tempo em que nos mostra este enorme potencial, deixam deslocados, perdidos e isolados aqueles grupos e aquelas pessoas que não as incorporam em seus hábitos cotidianos. (SANTOMÉ, 2013, p. 16).

Ao espaço escolar cabe buscar formas de promover inclusão e dar suporte para maior condição de equidade, essa função está cada vez mais ligadas à inserção das TDIC no currículo escolar.

### 3.2 TECNOLOGIA

O interesse pelo significado da máquina é bastante antigo, porém com o surgimento das máquinas capazes de dirigir linhas inteiras de produção, a motivação aumentou, isso porque a maior autonomia das máquinas suscitou o questionamento sobre o homem ser o único ser pensante ou se em algum momento a máquina seria capaz de substituí-lo nessa função. Muito se discutiu no passado e ainda se discute sobre tal questão. Vieira Pinto (2005) considera que só uma análise histórico-dialética da construção das máquinas é capaz de aprofundar-se na sinalização de uma

resposta. Reconhecer que o mundo contemporâneo está em uma era tecnológica sem considerar todo o acúmulo de conhecimento das gerações anteriores é uma análise simplista e racional, o que não comporta uma explicação razoável da tecnologia.

A máquina é produto de um trabalho e esse, parte de uma necessidade. Assim a evolução dos maquinismos é na verdade a evolução do homem. A construção de artefatos é também fator de humanização, a medida que passa a ser atividade de um grupo, produzindo em conjuntos bens de existência necessários aos seus elementos. "O que efetivamente revoluciona a existência do homem, é o homem" (VIEIRA PINTO, 2005, p. 84) dessa forma, a evolução ou o avanço das tecnologias acontecem na relação com o ser humano e suas necessidades de aperfeiçoar ou mesmo criar novos artefatos.

O fato é que as máquinas, os objetos são aperfeiçoados pelo homem de acordo com a necessidade do grupo ao qual ele pertence. Esse aperfeiçoamento só é possível devido às necessidades e conhecimentos anteriores, aqueles que foram construídos e pelas gerações e acumulados com o passar do tempo.

É necessário definir a máquina em termos antropológicos e não apenas histórico,

A história da máquina por si só não explica a máquina. O que a explica é a história natural do homem. As máquinas que nos cercam, e das quais dependemos cada vez mais, não no sentido trivial da frase, mas no sentido autêntico, existencial, são o resultado de um longo processo de acumulação de conhecimentos a respeito das propriedades dos corpos, dos materiais e dos fenômenos da natureza. Somente o procedimento indagador que coloca a questão da definição da máquina em termos antropológicos retirando-a da vulgar descrição histórica, alcança a devida compreensão. (VIEIRA PINTO, 2005, p. 72)

A máquina é criada considerando todo o contexto social, seu surgimento vem de uma necessidade real, logo a crítica à determinada tecnologia deve centrar-se na necessidade social que a fez necessária e não na especificidade da criação, "[...] a máquina nunca é dada, é feita" (VIEIRA PINTO, 2005, p. 73).

Considerar os avanços da tecnologia, logo é também supor as mudanças necessárias ao grupo que as desenvolveu. O homem sempre se pôs a pensar sobre uma infinidade de assuntos, dentre eles o futuro e os objetos que poderiam surgir com o passar do tempo. Assim, as máquinas, os artefatos e tudo aquilo que hoje é conhecido e naturalizado como algo comum, envolveu um processo extenso de criação, aconteceu primeiro na imaginação de alguém que teve a necessidade

daquele objeto, derivou de um processo criativo, que provavelmente passou por protótipos, tentativas, erros, acertos e foi aperfeiçoado até chegar ao que é hoje.

As mudanças, criações e avanços da tecnologia, causam, também, profundas transformações nas relações e convenções sociais. Não raros são os movimentos que a humanidade teve de fazer para impor limites aos avanços da tecnologia. Acordos climáticos, legislação de trânsito, por exemplo, estão ligadas à necessidade de regular a relação entre a criatividade humana e a convivência em sociedade. Recentemente a União Europeia debateu amplamente algumas regulamentações para as redes sociais<sup>11</sup>, aprovando leis sobre direitos autorais em conteúdos produzidos e veiculados através da internet.

Teixeira (2015) cita o termo tecnociência para designar o afastamento entre tecnologia e ciência da filosofia e descreve um movimento diferente do descrito nos parágrafos anteriores que faz refletir sobre a condição ética do progresso tecnológico, "(...) a aparição de novos produtos tecnológicos precede nossa capacidade de poder pensar neles e refletir sobre suas consequências, o que leva a uma inversão histórica. É a tecnologia que compõe a agenda da filosofia (...) (TEIXEIRA, 2015, p. 18) ". Ambos os cenários fazem sentido, tanto ver no artefato tecnológico, não o objeto em si, mas a necessidade e a criatividade humana que o criou; tanto pensar que artefatos novos surgem tão rapidamente que primeiro eles são criados para depois a humanidade se indagar sobre as consequências que aquela invenção pode trazer.

Discorrer sobre tecnologia ou sobre os avanços tecnológicos e seus desdobramentos, passa também por ponderar sobre a ética envolvida nesse processo, bem como pelo caminho percorrido até chegar no desenvolvimento das ferramentas contemporâneas.

---

<sup>11</sup>Disponível em: <https://olhardigital.com.br/noticia/artigos-13-e-11-entenda-a-lei-europeia-que-ameaca-a-internet/83937>. Acesso em: 08 mai. 2019.



### **3.2.1 O aperfeiçoamento das ferramentas, o avanço das técnicas: A Quarta Revolução Industrial**

Dentro da constante necessidade de criar ferramentas e aperfeiçoá-las, a humanidade foi e continua sendo responsável por incontáveis invenções, ao passo que de tempos em tempos, mudanças que causaram um grande impacto na vida humana e geraram transformações irreversíveis na sociedade aconteceram.

A Revolução Industrial, marcada pelo uso das máquinas a vapor, foi uma revolução baseada no uso de combustíveis fósseis e à produção mecânica, mudando a forma e relação do homem não apenas com as ferramentas por ele criadas, mas também suas relações com o trabalho.

A segunda revolução industrial, marcada pela inclusão da eletricidade aos modos de produção e a criação das linhas de montagem, novamente impôs uma transformação na relação humana com o trabalho e com as ferramentas

A terceira revolução industrial, iniciada na década de 1960, marcada pela criação e uso dos computadores, novamente transformou a relação do homem. Novamente o elo entre homem e máquina muda amplamente as relações sociais. Dentro da Revolução Digital surgiu também a internet, já no fim da década de 1960, nos EUA. Com a função de ser uma ferramenta segura para comunicação do Estado, criou-se uma rede de comunicação em pontos estratégicos para que não se perdesse documentos/informações importantes em caso de ataque inimigo, durante a Guerra Fria.

Do final da década de 1960 até 1982 foi uma ferramenta de uso restrito do Departamento de Defesa norte-americano, após esse período teve o uso expandido para alguns países e passou a ser chamada de internet. Basicamente era uma rede usada para fins acadêmicos e científicos. Em 1987 foi liberada para fins comerciais nos EUA. No Brasil o uso comercial foi autorizado e colocado em teste no final de 1994.

Junto a internet, que possibilitou a conexão dos computadores em rede, surge também a web, uma das formas de acesso a grande rede que é a internet. A web também passou por constantes transformações desde sua concepção.

A primeira versão da web funcionava basicamente como informação, exposição de informações, notícias, estudos, eram páginas estáticas. Nessa versão não havia

interação com o usuário, apenas leitura. O usuário se comporta passivamente em relação ao conteúdo que consome. Essa forma de uso da internet aconteceu até 2003, enquanto se tornava popular no mundo.

Com o significativo aumento do número de usuários da web, surgiu a necessidade de interação entre quem produzia o conteúdo e quem o consumia. A web 2.0 começou a tomar forma a partir de 2004, e é marcada principalmente pela interatividade, através de novas plataformas que permitiam reunir usuários em comunidades (blogs, vídeos, redes sociais, entre outros).

O aumento no número de usuários elevou também o número de dados gerados o que deu origem a uma nova fase, a web 3.0. Aqui, na web semântica, a IA mostra-se como recurso relevante, pois, através da programação de algoritmos é possível fazer um número quase infinito de previsões. O uso desses algoritmos em redes sociais, por exemplo, pode gerar informações sobre hábitos de consumo, tendências emocionais, preferências dos usuários, além dos dados demográficos, entre tantas outras possibilidades.

Os algoritmos do *Google* e do *Facebook* sabem não apenas como você se sente, como sabem 1 milhão de outras coisas a seu respeito das quais você mal suspeita.(...) De que valem eleições democráticas quando os algoritmos sabem como cada um vai votar, assim como as razões pelas quais uma pessoa vota em um partido de esquerda enquanto outra vota em políticos de direita? O humanismo ordenava: “Ouça seus sentimentos!”; o dataísmo agora ordena: “Ouçam os algoritmos! Eles sabem como você se sente.” (HARARI, 2015, p. 394)

A tendência é que a IA seja cada vez mais utilizada. O que se prevê para a Internet das coisas (IoT), como já é chamada a web 4.0, é uma relação cada vez mais próxima, personalizada e integrada, utilizando os dados para tomadas de decisão rápidas e automáticas.

Nesse contexto identifica-se a quarta revolução industrial. Esta marcada pela integração de sistemas físicos, digitais e biológicos.

Ciente das várias definições e argumentos acadêmicos utilizados para descrever as três primeiras revoluções industriais, acredito que hoje estamos no início de uma quarta revolução industrial. Ela teve início na virada do século e baseia-se na revolução digital. É caracterizada por uma internet mais ubíqua e móvel (...). (SCHWAB, 2019, p. 229)

Os elementos que compõem a quarta revolução, no entanto, vão além das máquinas inteligentes e conectadas, são mudanças e descobertas em um grande

número de áreas. E, se nas revoluções anteriores levava-se um grande intervalo de tempo até que alterações nas relações de trabalho tivessem um grande alcance, o mesmo não pode ser observado para essa revolução.

O Fórum Econômico Mundial de 2016 discutiu o paradoxo representado por essa revolução. Se por um lado os artefatos somados à IA podem trazer um grande número de soluções para a humanidade, por outro traz projeções alarmantes com relação a quantidade de postos de trabalho que deixarão de existir em um curto espaço de tempo. Em 2016 a projeção era que até 2020, 5 milhões de empregos deixassem de existir (World..., 2016).

Uma mudança tão profunda ressoa em todos os campos da sociedade, desde a criação de um modelo sustentável de economia que deverá lidar com essa transformação do mercado de trabalho, até a escola, numa revisão de prioridades pensando em qual cidadão pretende formar para integrar a sociedade e compor qual futuro.

Soma-se a esse cenário um dado alarmante, enquanto parte da população já vivencia a quarta revolução, 17% da população ainda não vivenciou a segunda revolução industrial (não tem acesso à energia elétrica) e outros cerca de 4 bilhões de pessoas vivem em países sem acesso à internet, não vivenciaram a terceira revolução (SCHWAB, 2019). O argumento de equidade torna-se insustentável sem a presença de políticas públicas eficientes e atentas a essa transformação de paradigma geral das relações que envolvem a humanidade.

### 3.3 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

A tecnologia, em suas formas mais avançadas, sempre povoou a mente e sobretudo a criatividade humana, como se, de alguma forma, o homem do presente sempre se desafiasse a pensar a forma e o que integraria seu futuro.

Vislumbrar-se alguns anos adiante sempre trouxe consigo uma ideia paradoxal: uma sociedade mais paramentada de artefatos que, no imaginário criativo humano, facilitaria a vida humana; ou a humanidade sendo dizimada por robôs inteligentes o suficiente para se rebelarem contra o homem. Fato é que a Inteligência Artificial sempre esteve atrelada a esse imaginário futurista, fosse na figura de uma simpática

robô empregada que fazia tudo pela família Jetson<sup>12</sup>, fosse na figura dos andróides Replicantes de *Blade Runner*<sup>13</sup>.

Vieira Pinto (2005) faz uma inferência pontual sobre o que se pode considerar inteligência ou o pensamento das máquinas:

O emprego do conceito "pensamento" em relação às máquinas é habitual na literatura cibernética, mas não passa de um modo impressionista de falar, nada mais [...]. A noção de "pensamento" pode vir a tornar-se uma designação corrente em relação às máquinas, mas isto significa apenas que teria passado a indicar, no jargão dos especialistas e técnicos, um modo particular de funcionamento de certos engenhos, por analogia exterior e inconsequente com o trabalho do cérebro humano, assim como se diz, sem maior responsabilidade, que um automóvel "anda" com tal velocidade, embora não possua pernas.[...] **Os chamados "cérebros eletrônicos" são apenas eletrônicos. O cérebro está em outro lugar, na cabeça dos inventores e construtores.** (VIEIRA PINTO, 2005, p.93, grifo nosso)

Assim, a Inteligência Artificial, mesmo ocupando o imaginário humano na condição de um artefato muito além da capacidade do próprio homem, ainda está subordinada à vontade e comando de quem a projeta. Cabe a discussão ética sobre a forma como a IA está sendo projetada, com quais objetivos, a necessidade de uma legislação específica. Iniciativas como a do fórum *AI4People* (organização que reúne diversas lideranças europeias interessadas em discutir as questões que envolvem a IA, ligado ao *Atomion-European Institute for Science, Media and Democracy* (EISMD)).

### 3.3.1 O que é Inteligência Artificial, afinal...

Inteligência artificial (IA) é um termo cunhado inicialmente por John MacCarthy em 1956 e apresentado à comunidade acadêmica durante uma conferência no *Dartmouth College, New Hampshire*.

A década de 1950 foi bastante promissora no que tange ao desenvolvimento da IA, muitos estudos foram publicados e vários pesquisadores se debruçaram sobre a ideia de criar máquinas inteligentes, pensantes e que interagissem com o homem de forma a facilitar suas rotinas.

<sup>12</sup> The Jetson's (1962, 1985 e 1987) é um desenho futurista dos estúdios Hanna-Barbera.

<sup>13</sup> *Blade Runner: o caçador de andróides* (1982) - ambientado no século XXI o filme traz uma Terra de cenário decadente e recursos naturais escassos, onde um detetive é contratado para capturar robôs (Replicantes) que se rebelaram contra o sistema.

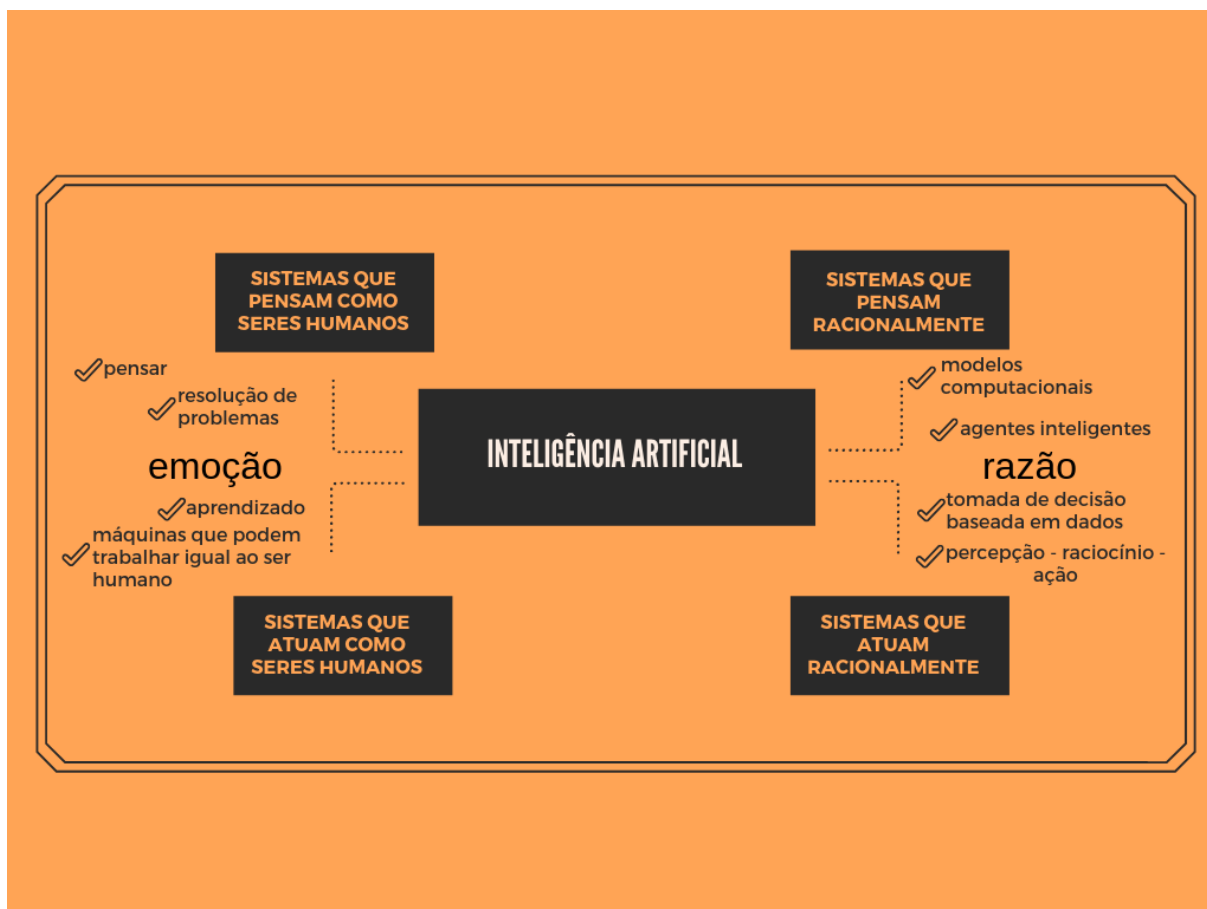
Dentre as várias publicações, talvez o estudo mais emblemático da década de 50 e também para os estudos que viriam a seguir, tenha sido o de Alan Turing, onde ele propôs um desafio: o Teste de Turing. O teste consistia em um diálogo homem-máquina, onde participam três elementos: dois seres humanos e um computador; cabe ao interrogador (ser humano) estabelecer um diálogo com os outros dois elementos, algo parecido com o que hoje se pode ter em um chat ou bate papo, ou seja, um diálogo sem interação frente a frente com os interlocutores e ao interrogador caberia distinguir o diálogo que teve com o homem e com a máquina.

Ainda na década de 1950 começaram a ser desenvolvidos programas de computador que jogavam xadrez e damas, outros que objetivavam resolver problemas seguindo a mesma lógica que os seres humanos. É nessa condição que estudos sobre a cognição humana passam a ser parte importante na constituição das máquinas inteligentes, afinal, se o objetivo era a construção de computadores inteligentes, a base ou ponto de partida deveria ser a inteligência humana. Na mesma perspectiva se foi vendo nos estudos em IA a condição de um campo multidisciplinar.

Assim, "A IA sistematiza e automatiza tarefas intelectuais e, portanto, é potencialmente relevante para qualquer esfera da atividade intelectual humana. Nesse sentido, ela é verdadeiramente um campo universal" (RUSSELL; NORVIG, 2004, p. 3). E, na condição de campo universal e ciência multidisciplinar, foram se somando e sendo necessários os conhecimentos específicos de diversas áreas: filosofia, matemática, economia, neurociência, psicologia, engenharia, linguística. Os saberes acumulados em cada campo foi e ainda é basilar ao desenvolvimento da IA.

O quadro abaixo traz de forma sucinta o que habitualmente pode-se encontrar como definição da Inteligência Artificial.

Quadro 2 - Definições de Inteligência Artificial



Fonte: Adaptado de Russell e Norvig (2004, p. 5)

De acordo com Russell e Norvig (2004, p. 4-7) é possível sintetizar os conceitos que definem a IA em dois grupos maiores: sistemas que, pautados nos seres humanos procura replicar todas as variáveis que os caracteriza, ou sistemas que racionalizam as informações com as quais são alimentados; dos dois grandes grupos podem ser observados subgrupos onde é possível criar algoritmos que vão simular o pensamento e a resolução de problemas baseando-se no caminho cognitivo humano ou ainda aprender e trabalhar; o outro grande grupo pode ser subdividido entre modelos e agentes que seguirão um protocolo determinado, nesse caso a tomada de decisão acontecerá baseada nos dados fornecidos e a ação é fruto dessa racionalização.

Em Silva e Gonsales (2018) a IA é explicada da seguinte forma:

Sinteticamente, Inteligência Artificial (IA) é o termo usado para programas de computador que são moldados e programados por humanos para ter um pouco de inteligência, ou seja, para poderem ajudar humanos a tomar melhores decisões e fazer escolha. O "aprender" que as máquinas podem realizar envolve saber utilizar o histórico de dados armazenados e

disponíveis, simulações, e ir analisando e cruzando dados de forma constante e contínua. (SILVA; GONSALES, 2018)

Coppin (2017) emprega os termos IA fraca e IA forte<sup>14</sup> para definir os tipos de programação de algoritmos existentes.

IA fraca, seria todo o conjunto de programações que são propostas para dar soluções para questões bastante específicas. Os dados trabalhados por um método fraco não são vinculados a qualquer conhecimento de mundo, assim suas soluções não são pautadas por ponderações, como acontece na tomada de decisão no ser humano, que ao tomar uma decisão para propor uma solução, dificilmente consegue isenta-la de sua história pessoal. O ser humano nunca é neutro.

IA forte é a programação, cujo algoritmo leva em consideração as complexidades humanas e por esse mesmo motivo pode ser usada para resoluções mais amplas, problemas mais complexos, algo como uma máquina que seguisse o mesmo caminho cognitivo de um ser humano. Um exemplo desse tipo de programação seria os carros autônomos, que diante da eminência de um acidente, precisam tomar uma decisão que se baseará em todo o aprendizado ao qual a máquina foi submetida. A IA forte está intimamente ligada ao aprendizado profundo (*deep learning*) que seria a possibilidade de cruzar um volume muito grande de dados e assim conseguir identificar padrões para amparar uma rápida decisão.

Sobrepondo os conceitos expostos pelos autores pode-se entender o conceito de inteligência artificial como o uso de dados criados pelo próprio homem para realizar um trabalho, solucionar um problema. Seja num banco de dados específicos e reduzido, alimentado de forma intencional para soluções objetivas; seja um algoritmo que aprende a se comunicar através do aprendizado profundo em uma rede social.

Em qualquer uma das situações quem fornece os dados, os padrões de comportamento e modelos de ação não é outro ser, senão o humano. A IA é então caracterizada pela forma de lidar ou analisar com uma quantidade de dados estruturados ou não estruturados que o cérebro humano não é capaz de processar, mas faz com que a máquina utilize todos esses dados seguindo os mesmos padrões que a mente humana seguiria. É um supercérebro [artificial].

---

<sup>14</sup>É necessário salientar que os termos "fraca" e "forte" não fazem referência a qualidade. São nomenclaturas que o autor usa para diferenciar os dois tipos de programação em IA tratados no livro.

Por ser um campo multidisciplinar que apresenta avanços e novas possibilidades a cada dia a IA é um paradoxo da tecnologia. Se por um lado pode trazer benefícios incontáveis e a evolução de pesquisas na área da saúde exemplifica bem essa perspectiva, por outro não é possível prever ou entender se há um limite para todo esse avanço tecnológico ou mesmo se esse pode ser um avanço saudável.

Obviamente as projeções catastróficas dos filmes de ficção científica não estão sendo consideradas, mas de fato, é difícil encontrar no meio científico um consenso sobre o que, em tratando-se de IA, é potencial e o que é risco. Se por um lado as descobertas deixam cientistas e a sociedade maravilhados, como no caso do homem que, portador de paralisia, submeteu-se à um experimento envolvendo IA e pôde dar seus primeiros passos, há do outro lado a preocupação de existir a necessidade de criar espaços, no futuro, onde se possa pensar sem que as máquinas não saibam o que está passando pela sua cabeça (WORLD..., 2016).

Floridi (2018) relata o uso de um software, que após ser submetido a estudos específicos sobre o padrão de trabalho de um pintor, foi capaz de fazer um retrato reproduzindo os traços do artista; outro programa, após ser alimentado com dados de voz, pode reproduzir um discurso como se fosse o interlocutor original.

O *Deep Fake*<sup>15</sup>, para além de uma brincadeira entre amigos acabou se tornando uma plataforma para práticas criminosas. Deturpando discursos políticos, colocando pessoas famosas em situações vexatórias ou ainda criando mensagens com a clara intenção de criar desinformação. Porém, da exposição a essa tecnologia surge não apenas ações destrutivas, ela serve também para promover aprendizado possibilitando que novas normas e condutas sejam discutidas e inseridas no amplo debate que merecem na sociedade, para integrar o campo ético no convívio com as novas ferramentas.

A transformação nas relações sociais provocadas pela quarta revolução e permeada pela IA difere das anteriores especialmente pela velocidade com que se imprime a mudança. Vários setores estão se vendo obrigados a adaptar-se

---

<sup>15</sup>Um algoritmo foi criado no final de 2017, com base em códigos abertos, disponíveis e facilmente encontrados na web com a intenção de treinar uma rede neural capaz de combinar arquivos de vídeo e áudio, além de captar movimentos quadro por quadro. Esse algoritmo deu origem a um software capaz de integrar o rosto de uma pessoa ao corpo de outra, adequando automaticamente as expressões faciais e movimentos labiais. Esse aplicativo, o Deep Fake, já passou por vários aperfeiçoamentos e hoje pode ser manipulado por pessoas sem conhecimento algum em edição de vídeos.



rapidamente, países estão se organizando e se propondo a pensar sobre essas novas relações. Na Europa o *Atomion-European Institute for Science, Media and Democracy* (EISMD) é uma iniciativa que conta com vários líderes europeus, de segmentos diferentes e que se reuniram, entre outros motivos, para formular um documento de referência o *Good AI Society*<sup>16</sup> que sugere a construção de uma estrutura ética para que a IA se desenvolva em consonância com a humanidade.

### **3.3.2 IA e Educação - da máquina de ensinar à máquina que aprende**

A tecnologia, enquanto objeto de estudo, pode assumir dentro da escola a temática de vários conteúdos. Desde o trabalho no campo das ideias através do debate sobre desenvolvimento, impacto, consequências e ética, até o pensamento computacional como conteúdo ou estratégia didática propriamente dita.

Uma breve retomada do histórico de uso de computadores na educação nos aponta, não apenas o papel atribuído à tecnologia, mas em especial à aprendizagem.

#### **3.3.2.1 A máquina de ensinar de Skinner**

O psicólogo norte-americano B. F. Skinner dedicou sua vida a pesquisar o comportamento e o aprendizado humano, ao longo de toda sua trajetória publicou diversos estudos que amparam a teoria behaviorista, dentre eles está uma criação que ficou conhecida como a "Máquina de ensinar de Skinner".

Baseado no behaviorismo, defendia que a escola ao se amparar em controles que geram aversão (punições, exposição, entre outros) torna-se um ambiente que não proporciona aprendizagem e um local onde o aluno está por obrigação, logo tenha possibilidade, tende a abandonar os estudos. Skinner então, apoiado em suas pesquisas criou uma máquina de ensinar que seguia justamente o modelo recomendado pelas pesquisas behavioristas: planejamento bem desenhado, conteúdos divididos em pequenos passos com atividades a ser realizadas de forma a se ter a correção imediata (informação - pergunta - resposta - comprovação da

---

<sup>16</sup>Disponível em: <https://www.eismd.eu/ai4people-ethical-framework/>. Acesso em: 19 jul. 2019.

resposta). A divisão em pequenas podia levar o aluno a alcançar os objetivos propostos sem cometer erros, o que poderia estimulá-lo positivamente. Nessa equação desenhada por Skinner caberia ao professor a tarefa de ensinar o aluno a pensar.

Na linha de máquinas que ensinam, desde sua primeira utilização no ensino, até os dias atuais, foram desenvolvidos inúmeros programas para ensinar, denominados por Sistemas de Instrução Assistida por Computador, tutores ou educação assistida por computadores. “Dentre as principais deficiências identificadas [nos tutores], pode-se citar a rigidez pedagógica, a falta de capacidade de adaptação às características dos diferentes aprendizes e a pobreza de recursos didáticos.” (FRIGO; POZZEBON; BITTENCOURT, 2004, n.p.).

### 3.3.2.2 Máquinas de pensar com

Na década de 1980, Papert (1985) já defendia o ensino do pensamento computacional, embora não o nomeasse como tal e tratava o computador como uma “máquina de ensinar” e “máquina de pensar com”, enfatizando a ação da criança a aprender a programar o computador e, por meio da programação, pensar sobre seu próprio pensamento, como um epistemólogo.

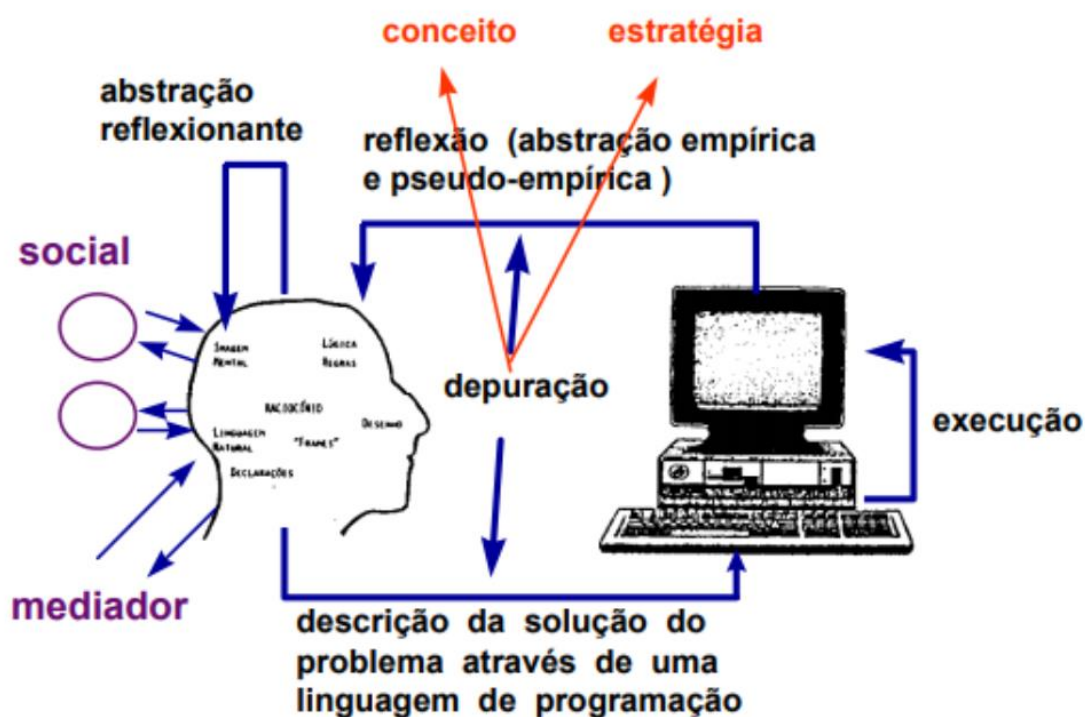
Papert, do Laboratório de Inteligência Artificial, do Massachusetts Institute of Technology (MIT) desenvolveu uma linguagem de programação voltada a crianças, a Linguagem Logo. Essa Linguagem trazia uma nova e disruptiva abordagem de programação, pois ao invés de ser um “software para ensinar” algum conteúdo ou procedimento, ao programar o computador por meio da Linguagem Logo, a criança deve “ensinar” o computador a fazer algo (um programa) que ela mesmo pensou para realizar um projeto.

Valente, explica o processo de programação pontuando que o aluno, ao “programar” realiza uma ação de descrição, o computador, por sua vez a executa e, para verificar a execução e o resultado, o aluno realiza uma reflexão. Caso a realização não esteja de acordo com o planejado, a criança deve retomar as etapas e depurar o realizado. Assim, a um só tempo, a criança entende o erro como parte de

um processo e reflete sobre seu próprio pensamento, ao que o autor atribui a abstração reflexiva.

Para ilustrar as ações que o aluno realiza na interação com o computador e os elementos sociais que permeiam e suportam a sua interação com o computador, Valente (2005) apresenta a figura a seguir:

Figura 3 - Ciclo de ações que acontece na interação aprendiz-computador na situação de programação



Fonte: Valente (2005)

Destaca-se, na imagem, a figura de um mediador (o professor) pois, não basta apenas que o aluno se poste à frente de um computador para que todo esse ciclo de descrever, refletir e depurar se realize, demanda a atuação de um mediador. O ambiente social, como destaca Valente (idem) também está presente, seja no contexto da sala de aula, como os colegas e professores, ou no dia a dia.

De uma forma objetiva pressupõe que a aproximação da criança e do computador seja uma forma de romper com uma cultura que segrega ciência e tecnologia, desta forma afirma como objetivo de seu livro:

Este livro é também sobre o fim da cultura que faz com que a ciência e a tecnologia sejam hostis à vasta maioria dos seres humanos. Muitas barreiras culturais impedem que as crianças se apropriem do conhecimento científico. (PAPERT, 1985, p. 16)

Os argumentos do autor são ainda consistentes e aplicáveis quando sobrepostos à atualidade. Dentre os pressupostos mais otimistas, tendo no computador um elemento de mudança cultural, estabelecendo "novas relações com o conhecimento de maneira a atravessar as tradicionais barreiras que separam a ciência dos seres humanos(...) (PAPERT, 1985, p. 17). Na mesma direção ou com a mesma intencionalidade a inteligência artificial tem o poder de fazer essa aproximação, na medida que trabalha de forma inclusiva, por exemplo, os softwares usados para tradução simultânea de sites para a LIBRAS (Língua Brasileira de Sinais).

### 3.3.2.3 Máquinas que aprendem

A *machine learning* (aprendizado de máquina) é, talvez, a atribuição mais fascinante da inteligência artificial, pois prevê ensinar a máquina a aprender, ou usar algoritmos para a coleta e interpretação de dados, de acordo com as regras definidas pelo programador e a execução de tarefas adequadas para cada situação. Sinteticamente,

[...] significa que uma máquina consegue aprender se ela consegue melhorar a performance de uma determinada tarefa a partir da experiência anterior. O aprendizado é feito através de algoritmos computacionais e a melhoria é medida numericamente em termos matemáticos. (SOUZA; FELIZE, 2018, n.p.)

A máquina aprende manipulando uma grande quantidade de informações de uma determinada categoria, reconhecendo seus padrões como aprendizado e empregando em situações semelhantes. Não é uma aprendizagem infinita, mas para um dado contexto, sem a possibilidade de extrapolar para outros contextos.

Assim, uma máquina considerada "inteligente" é aquela construída deliberadamente para observar o ambiente, coletar dados e fazer decisões como um humano (RODRIGUES, 2018, p. 44).

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 de a definição de trilhas de aprendizagem para diferentes perfis de alunos, compreender melhor como os alunos aprendem para propor diferentes estratégias de ensino.

É importante destacar que usar algoritmos para a coleta e interpretação de dados, trabalhar com os dados pode, a um só tempo, trazer informações úteis para escolas e redes de ensino, mas pode trazer perigos como a manipulação de dados dos alunos e professores por governos ou instituições.

### **3.3.3 Utilizações da IA na Educação**

Não é de hoje que pesquisas envolvendo IA e educação são objetos de estudo. Embora o campo de pesquisa no Brasil ainda pareça incipiente, em outros países os primeiros estudos relacionando as áreas surgiram há cerca de 30 anos. Seja na educação formal ou em ambientes informais de educação a IA se posta a auxiliar as relações de ensino-aprendizagem, tornando a programação de um sistema uma ferramenta poderosa de ensino e coleta de dados, por exemplo, é possível observar e entender as micro etapas pelas quais os alunos passam na aprendizagem de um conteúdo qualquer, os erros e dúvidas que surgem podem dar pistas de como o aprendizado acontece e fornecer dados relevantes no momento de rever a didática de ensino empregada pelos professores em sala de aula.

Os softwares educacionais dotados de IA necessitam interagir com o mundo da forma como a própria inteligência humana o faria, para isso são criados modelos, que no caso dos softwares educacionais seguem, necessariamente, o uso de basicamente três padrões: o modelo pedagógico, o modelo de aprendizagem e o modelo de conteúdo.

### 3.3.3.1 Tutores Inteligentes

Os Sistemas Tutores Inteligentes são ferramentas aptas a atuar onde se identifica a dificuldade de aprendizagem. São sistemas programados para simular uma tutoria individual, ou seja, personaliza o processo de ensino-aprendizagem de tal forma a tornar-se um professor particular, trabalhando justamente no erro do aluno e usando para isso dados coletados durante a interação do aluno com o conteúdo e que podem revelar para o sistema onde, no percurso daquele indivíduo, houve falha de entendimento. Tutores adaptativos podem incluir uma gama ferramentas de IA que possam:

- Identificar estados cognitivos e afetivos dos alunos e usar esses dados a favor da aprendizagem;
- Usar o diálogo para envolver o aluno no aprendizado reflexivo de experiências que envolvem questões e discussão ou questões e respostas;
- Incluir situações para promover a reflexão e autoconsciência;
- Adotar etapas e registrá-las de forma a aumentar motivação e engajamento do aluno (uso de narrativas do percurso, por exemplo);
- Usar modelos de simulação social - por exemplo, para incentivar estudantes de cursos de idiomas a se envolver com mais sucesso com nativos da língua estudada e assim compreender melhor normas culturais e sociais.

Esses sistemas, além de auxiliar de forma personalizada, podem gerar também dados valiosos no que diz respeito à pesquisas sobre o processo de aprendizagem, sinalizando, por exemplo, as passagens onde são encontrados o maior número de dúvidas, dando pistas de como funcionam os mecanismos de aprendizagem de forma específica.

### 3.3.3.2 Plataformas Adaptativas

As plataformas adaptativas de ensino são uma realidade em países como Reino Unido, Suécia e Estados Unidos da América, para citar alguns exemplos. Dentro dessas plataformas são oferecidas aulas, atividades e o aluno é acompanhado em todos os seus processos, a sistematização e análise dos dados coletados é

repassada ao professor da escola que acompanha o progresso do aluno e tem liberdade e dados para tomar suas decisões.

Essas plataformas funcionam como suporte, no caso quando sua usadas dentro do ambiente escolar, no caso da Cognii<sup>17</sup>, ocorre a personalização e acompanhamento dentro do próprio ambiente escolar. Third Space e Carnegie, são plataformas contratadas por escolas e podem ser utilizadas na forma de auxílio para alunos com maior dificuldade, trabalham especificamente com matemática, são personalizadas e adaptativas, os professores acompanham todo o desenvolvimento de seus alunos, obtendo dados para tomada de decisão.

Outras plataformas adaptativas mais conhecidas no Brasil são a Khan Academy e a Geek, porém são inúmeros os exemplos que seguem essa linha de personalização da aprendizagem. Atualmente, nessa segunda década do século XXI, essas plataformas se popularizaram e são entendidas, também, como “educação baseada em dados” ou evidências, possibilitando a análise e o acompanhamento da aprendizagem dos alunos em larga escala, como numa rede de ensino, facilitando a identificação de “lacunas” no conhecimento de determinado tema ou como os alunos de um dado contexto aprendem e podem ser empregadas com o apoio individualizado e progresso continuado do aluno.

### 3.3.3.3 Outras possibilidades

Existem ainda outras formas de empregar a IA no campo educacional. Aplicativos que identificam comportamento que possa identificar o possível abandono do curso através da coleta e análise dos dados do aluno (frequência, atrasos, engajamento nas disciplinas). Dados que fornecem essas informações ou ainda que estudam linguagem natural, gestos, entre tantos outros sinais fisiológicos que o corpo humano apresenta e podem ser registrados por sistemas que empregam IA, são importantes não apenas para o desenvolvimento de softwares que se basearão nos dados e construirão novos modelos, mas também no fornecimento de dados para pesquisas que não necessariamente tem como foco a IA.

---

<sup>17</sup>Disponível em: <http://www.cognii.com/solutions#k-12>. Acesso em: 08 mai. 2019.

As redes neurais (conjunto de dados que usam como modelo as redes neurais cerebrais) podem ser ferramentas importantes quando se fala em aprendizagem colaborativa.

Um sistema neural pode intervir nos trabalhos realizados por grupos, grandes ou pequenos, para:

1- Formar grupos baseado na análise dos indivíduos, de forma a ponderar sobre qual formação é mais adequada à produtividade de cada indivíduo;

2- Adequação para que as dificuldades que aquele determinado grupo possa vir a apresentar, sejam identificadas pelo sistema e este, por sua vez, aja interferindo com a melhor solução possível para a dificuldade apresentada, dentro dessa intervenção também é possível que tanto o grupo, quanto o professor consiga identificar o padrão de participação do aluno, algo que muitas vezes não se identifica com exatidão em sala de aula;

3- Agentes virtuais inteligentes que podem fazer a mediação entre os estudantes ou mesmo agir como mais um membro do grupo. Na condição de especialista ou, ainda, participar numa condição cognitiva inferior a do grupo fazendo com que os membros retomem e expliquem conteúdos;

4- Moderação inteligente atuando de forma a analisar e resumir discussões ou mesmo indicar ao professor um equívoco ou qualquer evento que necessite da intervenção do professor.

O uso de uma rede neural pode oferecer muitos benefícios na administração de grandes grupos, beneficiando tanto o processo de aprendizagem, como na colaboração para que o trabalho coletivo funcione e seja proveitoso para todos os alunos.

Uso de realidade virtual para auxiliar a aprendizagem em ambientes onde não seria possível estar, ambientes historicamente ou geograficamente inacessíveis podem ser simulados de forma que o aluno consiga interagir com o local através da realidade virtual. Programas semelhantes são usados por psicólogos, por exemplo, para auxiliar no tratamento de fobias.

A simulação virtual pode trazer à experiência educacional maior concretude, proporcionando ao aluno um grau de abstração e possivelmente de reflexão que uma aula expositiva não conseguiria.



A Mineração de Dados é a função da programação, cujo objetivo, passa por coletar informações e organizá-las de forma a auxiliar uma decisão, expor um padrão, como por exemplo, quando plataformas de ensino conseguem analisar as características de um aluno que esteja propenso a desistir do curso e ou avisa o tutor dessa propensão ou usa ferramentas de incentivo da própria plataforma para tentar engajar novamente esse aluno. A mineração de dados é uma ferramenta importante em softwares de gestão e avaliação, pois podem fornecer métricas e relatórios precisos, ofertando dados para acompanhamento da rotina escolar, por exemplo.

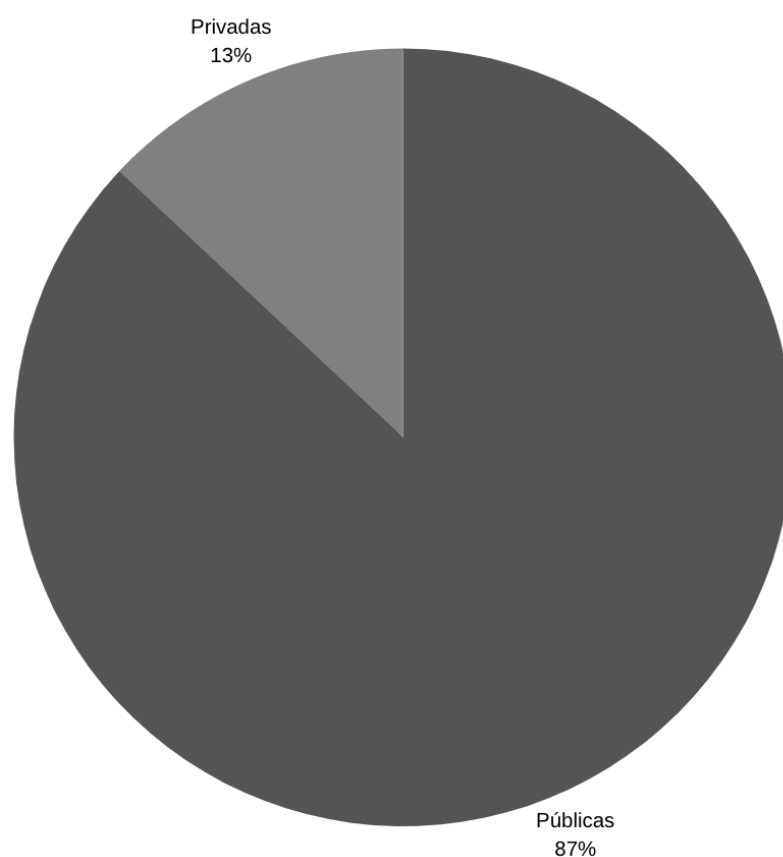
## 4 ANÁLISE DOS DADOS

Neste capítulo apresentamos os dados da revisão de literatura e as análises dos achados nessa revisão, mais propriamente, os relacionados a IA na educação básica.

### 4.1 ANÁLISE QUANTITATIVA

A observação inicial da pesquisa trouxe dados relevantes para a compreensão do contexto, informações consideráveis em que se realiza ao estudo. O Gráfico 2, a seguir ilustra a porcentagem de pesquisas científicas oriundas de instituições de ensino superior públicas e privadas.

Gráfico 2 - Proporção de pesquisas realizadas em universidades públicas x privadas

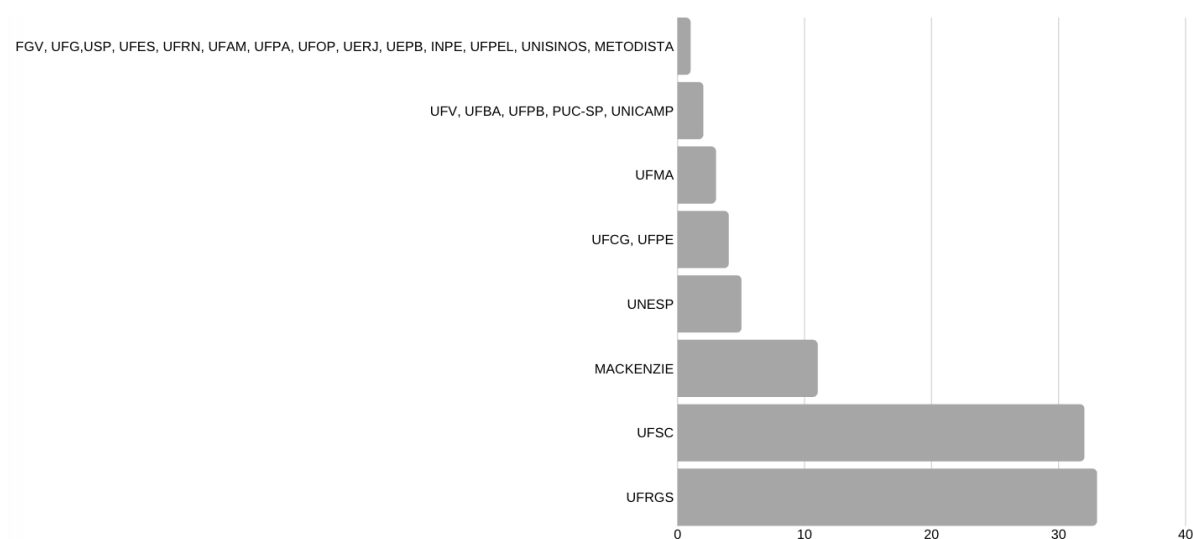


Fonte: o autor (2019)

A exploração dos dados apresentados nos gráficos acima, comprova o expressivo número de pesquisas produzidas em universidades públicas ao revelar que 87% dos estudos (107 trabalhos entre teses e dissertações), que inicialmente mostraram-se aderentes ao assunto da presente pesquisa, são oriundos de universidades federais e estaduais.

A seguir, os dados são apresentados por instituição de ensino:

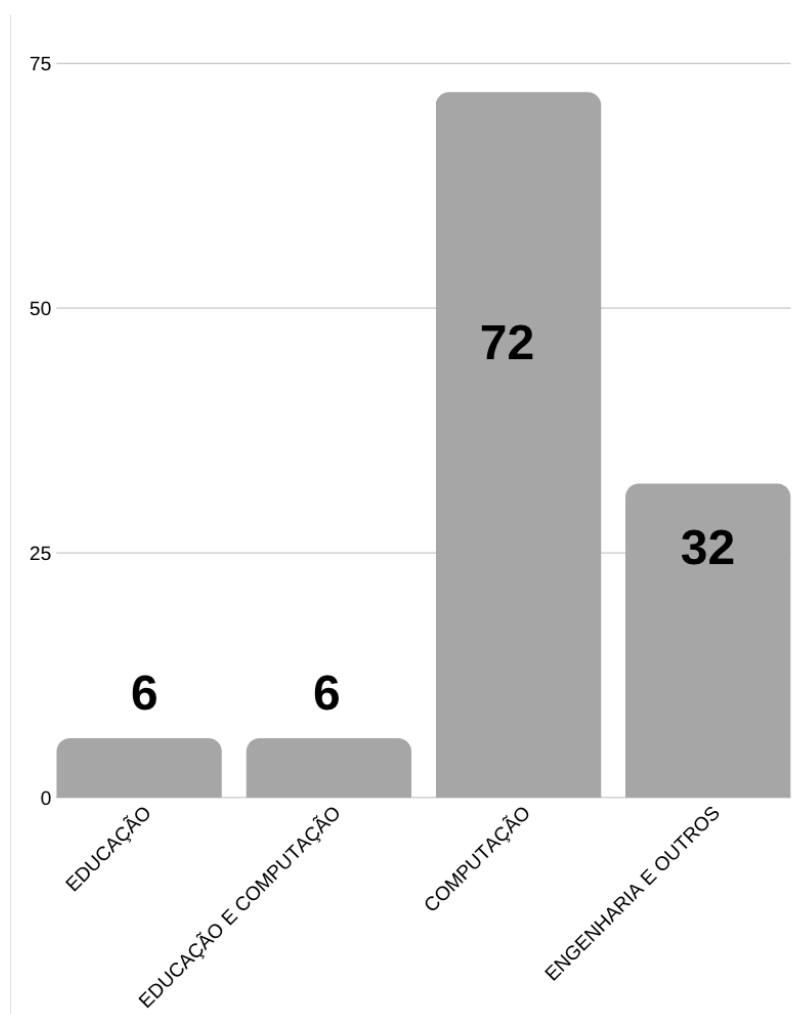
Gráfico 3 - Universidades onde foram realizadas as pesquisas



Fonte: o autor (2019)

O levantamento das instituições de ensino dos locais onde foram publicadas traz uma maior concentração de pesquisas desenvolvidas em universidades da região sul do Brasil, sendo 33 trabalhos oriundos da UFRGS e 32 da UFSC. Dentre os 122 estudos aderentes, 16 foram desenvolvidos em universidades privadas, sendo 2 da PUC-SP. Vale ressaltar que do universo de 122 pesquisas, 78 são dissertações e 44 teses.

Gráfico 4 - Área de concentração dos Programas de Pós-Graduação dos estudos relacionados na busca



Fonte: o autor (2019)

A área de concentração das pesquisas também expôs uma informação relevante, pois, das 122 pesquisas que apresentaram aderência ao assunto da pesquisa e, por conseguinte as equações de busca utilizadas (educação e inteligência artificial ou computação cognitiva), ou seja, a pesquisa nas bases e repositórios visou encontrar estudos ligados ao campo educacional, e o fez, todos os estudos estão, de uma forma ou de outra ligados à educação, no entanto a esmagadora maioria do achados da pesquisa são oriundos de programas de pós-graduação nas áreas de computação e engenharia. Apenas 6 estudos são de programas específicos de educação e outros 6 são provenientes de programas multidisciplinares envolvendo educação e computação.

Gráfico 5 - Volume de publicações por ano

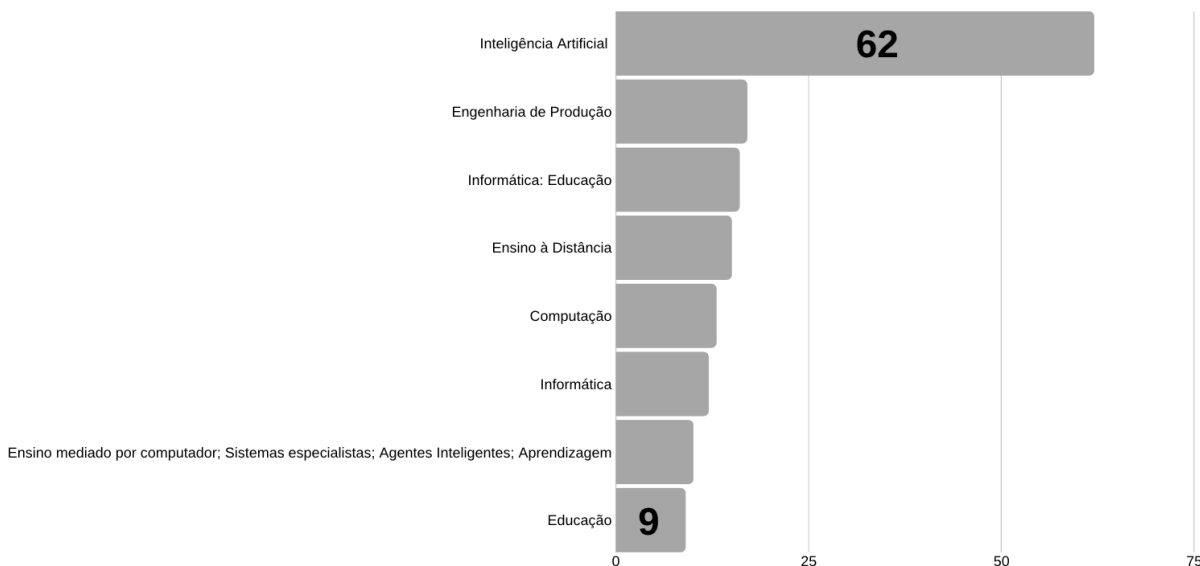


Fonte: o autor (2019)

A observação da produção das pesquisas mostra certa alternância de volume, com alguns picos de publicação nos anos de 2001 (12 volumes) e 2010 (12 volumes). Um ponto a ser destacado é o número de pesquisas publicadas em 2018, que totalizaram 15 volumes, o que pode ser um indício de crescimento do interesse pelo assunto ou da necessidade de se avançar cientificamente nessa relação entre educação e IA.

Gráfico 6 - Incidência de termos utilizados nas palavras-chave

Incidência de palavras-chave



Fonte: o autor (2019)

Dentre as palavras mais citadas já era esperado que surgisse "inteligência artificial", porém termos como: "educação", "ensino", "aprendizagem" também eram aguardados, o que não aconteceu. Enquanto o termo "inteligência artificial" esteve dentre as palavras-chave de 62 pesquisas, o termo "educação" apareceu em apenas 9 e o termo "aprendizagem" em 10, "ensino" em apenas dois estudos. Isso levando-se em consideração que a leitura dos resumos mostrou que a maior parte das 122 pesquisas tratavam, de uma forma ou de outra, da educação, ensino ou aprendizagem de algo com o auxílio da IA.

A leitura dos resumos levou a criação de categorias de análise com o objetivo de localizar estudos que tivessem em comum a aplicação da IA na educação básica. Dessa forma os textos foram categorizados em: EAD, Foco em Ensino-Aprendizagem, Gestão, *Learning Analytics* (Mineração de dados), Personalização, Avaliação, Inclusão. É importante ressaltar que um mesmo estudo poderia se adequar a mais do que uma categoria.

Tabela 1 - Categorias de análise baseadas no enfoque da pesquisa

CATEGORIAS	QUANTIDADE DE ESTUDOS
EAD	49
Foco em ensino-aprendizagem	46
Gestão	14
<i>Learning Analytics</i> (Mineração de Dados)	10
Personalização	13
Avaliação	7
Inclusão	2
Filosofia e/ou Ética	3

Fonte: o autor (2019)

Diante da leitura dos resumos e da análise das categorias elencadas na tabela 1 foi necessário dividir os estudos de acordo com o nível de ensino no qual foram baseados ou se aplicavam, desta forma surgiram mais 2 categorias: Ensino Superior, Educação Básica (Ensino Infantil, Fundamental e Médio), a leitura levou a criação de uma terceira categoria, visto que alguns estudos, embora fundamentados no ensino superior poderiam ser adaptados à Educação Básica. É fundamental ressaltar que alguns estudos não puderam se enquadrar à nenhuma das categorias aqui explicitadas.

Tabela 2 - Categorias de análise baseadas no nível de ensino

NÍVEL DE ENSINO	QUANTIDADE DE ESTUDOS
Educação Básica	14
Ensino Superior	62
Ensino Superior com possibilidade de aplicação no Ensino Básico	10

Fonte: o autor (2019)

Embora os 122 estudos tivessem aderência à equação de busca e tratassem sobre a intersecção dos temas por esta pesquisa tratados, IA e suas aplicações na educação, foram feitas exclusões. As exclusões foram pautadas em alguns critérios, tais como: pesquisas sem resumo, sem palavras-chave ou com endereço eletrônico (url) inválido; pesquisas nacionais publicadas em outros idiomas; pesquisas que tratavam exclusivamente do aprendizado da máquina. Com base nos critérios apontados houve a exclusão de 42 pesquisas.

Após a leitura dos resumos, exclusões, categorização e tabulação dos dados gerais dos achados da pesquisa, foram selecionados 11 estudos relacionados diretamente à Educação Básica (dos 14 encontrados inicialmente, 4 foram excluídos em acordo com os critérios elencados anteriormente) e 10 estudos baseados no Ensino Superior com possibilidade de aplicação na Educação Básica e que serão apreciados com maior riqueza de detalhes na revisão de literatura.

Cabe ressaltar a predominância dos estudos relacionados à educação superior em relação aos que tratam da educação básica.

## 4.2 REVISÃO DE LITERATURA

A análise dos dados para a revisão de literatura foi dividida em duas partes: Revisão Quantitativa dos dados, onde as informações que emergiram do recorte foram comparadas aos dados dos achados iniciais da pesquisa, o que foi feito para permitir a apreciação de diferenças ou não, ao tratar da educação básica. Já na Revisão Qualitativa buscou-se relatar a leitura das pesquisas encontradas e evidenciar os dados apresentados pelos autores.

### 4.2.1 Revisão Quantitativa dos dados da Revisão de Literatura

Quantitativamente os dados que emergem do recorte feito para a revisão de literatura podem ser observados nos quadros, gráficos e imagens a seguir.



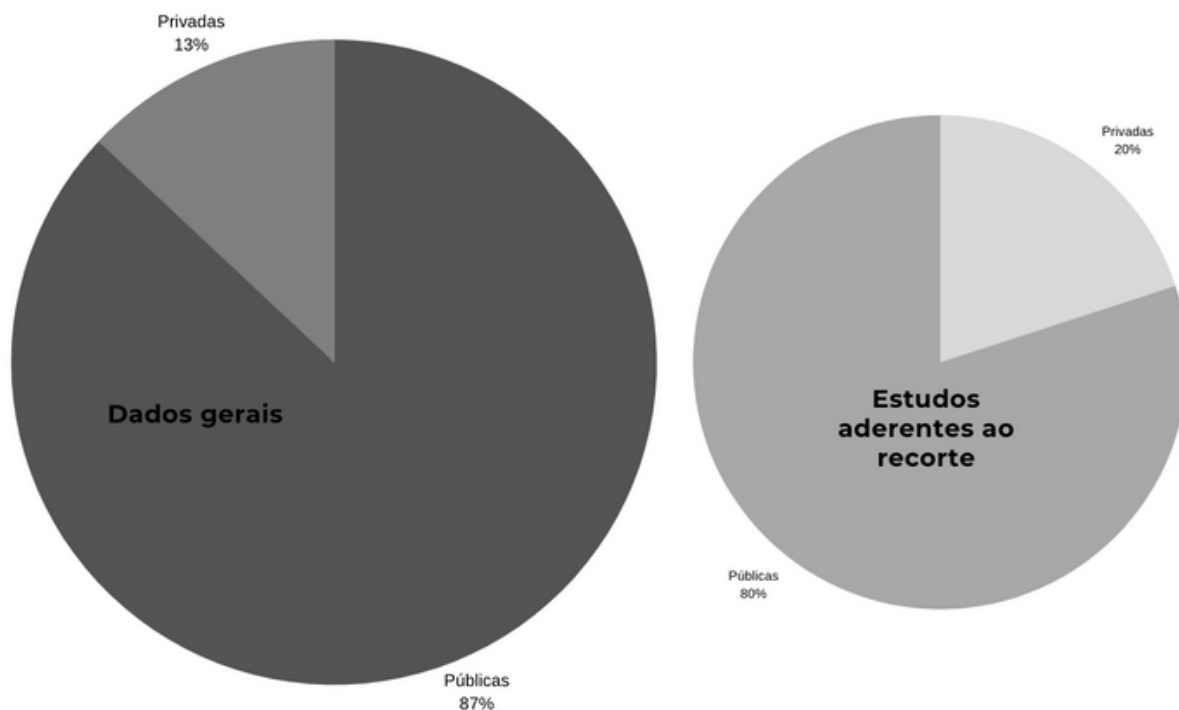
Tabela 3 - Categorias de análise dos estudos que trazem como foco a Educação Básica ou que podem ser aplicados à Educação Básica x Dados da tabela geral

CATEGORIAS	ESTUDOS	ESTUDO
	aderentes ao assunto	levantamento inicial dos dados
EAD	3	49
Foco em ensino-aprendizagem	16	46
Gestão	3	14
<i>Learning Analytics</i> (Mineração de Dados)	2	10
Personalização	4	13
Avaliação	3	7
Inclusão	2	2
Filosofia e/ou Ética	1	3

Fonte: o autor (2019)

A tabela 3 indica que dentre as categorias de análise criadas para esse estudo, quando se trata de educação básica, os estudos em IA tem uma maior tendência (quando comparado às demais categorias) a se voltarem para a relação entre ensino-aprendizagem. Mais à frente, nessa pesquisa, analisaremos com mais detalhes as produções focadas no processo de ensino e aprendizagem no segmento da educação básica. Entretanto, a análise dos dados gerais já aponta que embora tratem do processo de ensino e aprendizagem, o fazem sob a ótica das tecnologias.

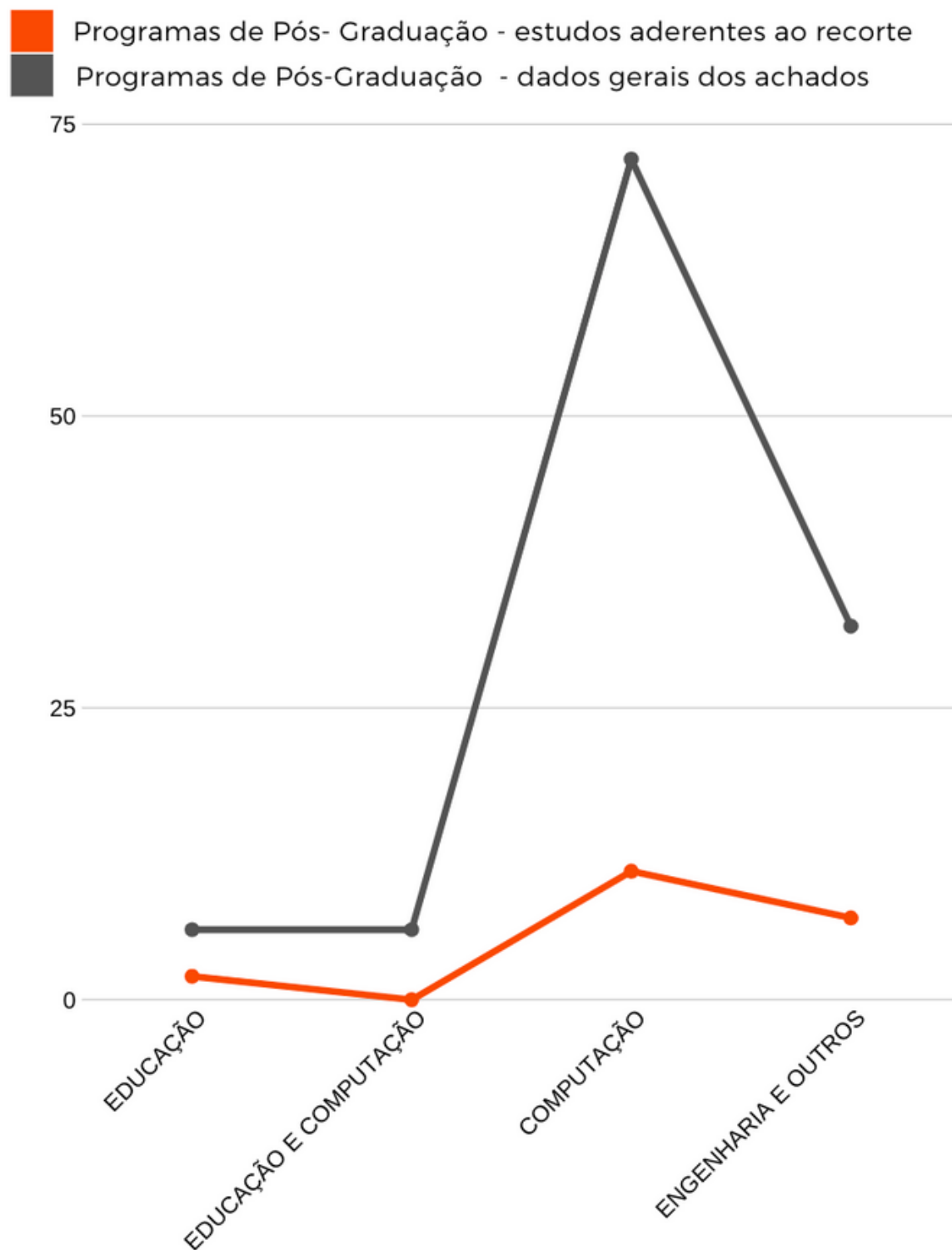
Gráfico 7 - Proporção de pesquisas realizadas em universidades públicas x privadas



Fonte: o autor (2019)

No caso das universidades onde os estudos são realizados, nota-se que a proporção do recorte é semelhante aos dos dados analisados inicialmente, sendo a maior porcentagem desenvolvidos em instituições de ensino públicas e cerca de 10% em instituições particulares, o que revela a importante participação das universidades públicas na produção de pesquisas nessa área.

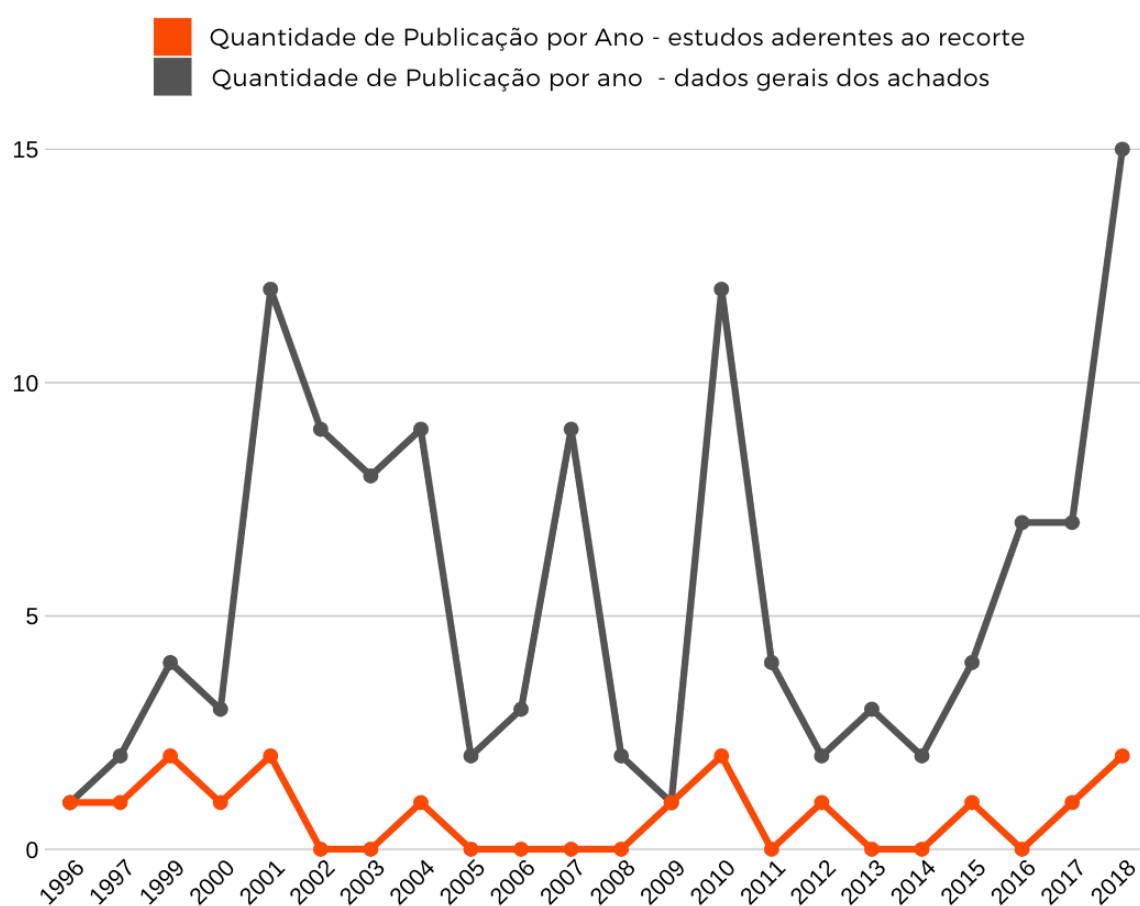
Gráfico 8 - Área de concentração dos Programas de Pós-Graduação dos estudos relacionados na busca



Fonte: o autor (2019)

O gráfico indica que, quanto aos programas de pós-graduação, mesmo o recorte tendo como premissa a educação básica, a superioridade numérica de publicações segue em programas de computação e engenharia. Portanto, esses dados ilustram o menor número de pesquisas em programas de pós-graduação sobre a temática em tela, apontando o foco dos estudos mais voltados às áreas de ciências exatas e tecnologias.

Gráfico 9 - Volume de publicações por ano



Fonte: o autor (2019)

O volume de publicações do recorte analisado, também reflete a realidade dos dados gerais. Pode-se perceber a regularidade de publicações, sua alternância e o leve aumento no último ano, 2018.



apontadas; -menção à tecnologia: na forma de ferramenta ou se na condição de objeto de estudo (componente curricular).

O levantamento dos principais interlocutores trouxe como maior incidência Russel e Norvig, referência em 9 pesquisas; Piaget, utilizado em 8; Valente, Viccari, presentes em 6 estudos; Vigotsky, Papert, em 5 e Lévy em 4. A nuvem de palavras representada na figura 5 ilustra a incidência dos principais interlocutores das pesquisas.

Figura 5 - Principais interlocutores



Fonte: o autor (2019)

Nos Quadros 3 e 4 estão relacionados os estudos lidos para a revisão de literatura. Eles foram organizados de forma cronológica a fim de possibilitar a

observação de possíveis mudanças através do tempo, uma vez que se trata de um intervalo de 22 anos entre a publicação do primeiro estudo do recorte e dos últimos.

Quadro 3 - Dados dos estudos da revisão de literatura

ID	AUTOR	TÍTULO	ANO DE DEFESA	NÍVEL	INSTITUIÇÃO
1	SILVEIRA, Milene Selbach	Aplicações de técnicas de inteligência artificial à comunicação alternativa e aumentativa	1996	D	UFRGS
2	ULBRICHT, Vania Ribas	Modelagem de um ambiente hipermídia de construção do conhecimento em geometria descritiva	1997	T	UFSC
3	BELLI, Mauro José	Aplicação de tecnologias de inteligência artificial e de realidade virtual para a construção de um ambiente virtual para a alfabetização infantil /	1999	D	UFSC
4	ALFARO CASAS, Luis Alberto	Contribuições para a modelagem de um ambiente inteligente de educação baseado em realidade virtual /	1999	T	UFSC
5	ZUCHI, Ivanete	O desenvolvimento de um protótipo de sistema especialista baseado em técnicas de RPG para o ensino de matemática	2000	D	UFSC
6	NOTARE, Márcia Rodrigues	Um Sistema para aprendizagem de demonstrações dedutivas em geometria euclidiana	2001	D	UFRGS
7	GOMES, Cristiano Mauro Assis	Em busca de um modelo psico educativo para a avaliação de softwares educacionais	2001	D	UFSC
8	FERNANDES, Mercedes Bragança Pinheiro	Aprendizagem mediada pela inteligência artificial: uma abordagem construtivista	2004	D	UFSC
9	DIAS, Daniele dos Santos Ferreira	Sistemas Inteligentes na Educação.	2009	D	UFPB
10	VERAS, Jaclason Machado	MODELAGEM PARA O SOFTWARE VIRTUAL-TANEB BASEADO NA TEORIA DA RESPOSTA AO ITEM PARA AVALIAR O RENDIMENTO DOS ALUNOS	2010	D	UFMA
11	CASTRO, Pedriana de Jesus Pavão	AMBIENTE DE AVALIAÇÃO DO SOFTWARE VIRTUAL-TANEB APLICADO À GEOMETRIA DO QUINTO ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL	2010	D	UFMA
12	FIGUEIREDO, José Eduardo Mendes de	Sim-Colmeia: ambiente de simulação da dinâmica de uma colmeia para o ensino de Biologia	2012	D	UERJ
13	RESENDE, Robson de Souza	Sistema especialista para auxílio na utilização de jogos não-educacionais no processo de aprendizagem	2015	D	MACKENZIE
14	BOUCINHA				
15	SANTOS, Fernão Reges dos	Modelo de computação cognitiva para suporte as atividades educacionais em interações com ambientes inteligentes	2018	T	MACKENZIE
16	PALMEIRA, Felipe Cabrini Alves	Jogo digital com realidade aumentada e inteligência artificial aplicado ao contexto de musicalização infantil com foco na percepção de musical	2018	D	MACKENZIE

Fonte: O autor (2019)



Quadro 4 - Dados dos estudos da revisão de literatura (resumos)

AUTOR	TÍTULO	RESUMO
SILVEIRA, Milene Selbach	Aplicações de técnicas de inteligência artificial à comunicação alternativa e aumentativa	<p>A maior parte da população mundial se comunica de forma multimodal (fala, gestos, expressões faciais, etc.). Na medida em que algum destes modos falta, a pessoa afetada encontra dificuldades para manifestar suas ideias e pensamentos. Este trabalho é destinado a pessoas com dificuldades severas de fala e graves danos, também, na parte motora, o que as impede de se comunicarem por outras formas usuais, como a linguagem de sinais dos surdos, por exemplo, restando-lhes buscar alternativas de comunicação. Estas alternativas são pesquisadas em uma área denominada Comunicação Alternativa e Aumentativa (comumente chamada de AAC, do inglês: Augmentative and Alternative Communication), dentro da qual ha uma linha que estuda a utilização de sistemas simbólicos para comunicação, que é abordada neste trabalho. A fim de auxiliar estas pessoas que apresentam distúrbios motores e de fala, na sua busca por autonomia pessoal, estudou-se maneiras de facilitar a utilização destes sistemas simbólicos de comunicação, com o emprego de recursos de Multimídia e técnicas de Inteligência Artificial. O intuito foi o de auxiliá-las no aprendizado da forma de comunicação a ser utilizada e de proporcionar-lhes uma interação mais amigável e eficaz com o sistema. Para estes fins, foram estudados os conceitos básicos de Comunicação Alternativa e Aumentativa, bem como diversas técnicas de Inteligência Artificial (Modelagem de Usuário, Interfaces Inteligentes, Ajudas Inteligentes, etc.), a fim de verificar quais se adequavam mais aos propósitos do trabalho. Como resultado destes estudos, foi proposto um modelo de sistema inteligente que objetiva empregar estas técnicas e conceitos abordados. Este modelo tem como objetivo aprimorar os sistemas de AAC existentes, principalmente, nos seguintes aspectos: adaptação as preferências do usuário (como sua velocidade de varredura, símbolos mais utilizados) e seu nível de conhecimento do sistema simbólico em questão e do próprio sistema computadorizado que esta sendo utilizado; prestação de auxílio individualizado no aprendizado dos símbolos utilizados, através do acesso ao significado viso-auditivo real ou aproximado dos mesmos, possibilitando o use de tabuleiros de comunicação 'normais' (não computadorizados) de forma mais eficaz. A partir deste modelo, foi construído um protótipo, denominado FALAS (Ferramenta Alternativa de Aquisição Simbólica), com o intuito de validar as ideias do trabalho. Além dos objetivos principais do modelo, o protótipo pode ser utilizado, não só pelo usuário padrão AAC, mas também pelas pessoas que irão comunicar-se com ele e ajudá-lo na interação com os símbolos. Por fim, levantou-se uma série de sugestões, as quais utilizando as pesquisas realizadas para este trabalho, poderiam auxiliar na construção de sistemas para outras áreas, em especial para a Reabilitação, onde a redução de esforços por parte do usuário e sua maior compreensão do que esta se passando, lhes proporciona uma maior autonomia, o que a maioria dos estudos, nesta linha, buscam. Além disto, foram sugeridas várias ideias a fim de dar seguimento a este trabalho e incentivar pesquisas nesta linha.</p>



ULBRICHT, Vania Ribas	Modelagem de um ambiente hipermídia de construção do conhecimento em geometria descritiva	Com a incorporação dos recursos da microeletrônica e da informática, surge uma nova base técnica, que altera a organização do trabalho, tornando os processos produtivos flexíveis para atender à necessidade da diversificação de produtos. Neste novo modelo, o processo de trabalho necessita ser mais autônomo na execução das tarefas, mais participativo e com maior divisão de funções, exigindo mão de obra mais qualificada e especializada. As novas tecnologias da informática levam ao desaparecimento de algumas profissões e ofícios, que diminuem a importância relativa da duração dos estudos formais. O uso de computadores na educação pode possibilitar uma transformação no modo de pensar e educar. Neste trabalho, faz-se a modelagem de um ambiente hipermídia de aprendizagem que se utiliza de modelos dinâmicos, onde o sistema, através da interação com o aluno, modifique as informações que inicialmente dispunha. A parte essencial do conhecimento sobre o tema, será feita de forma interativa, utilizando sempre que possível animações, com possibilidade de ativar um comentário de ajuda, que são a materialização da teoria. O objeto real assim criado forma o objeto-modelo da teoria tal qual o da realidade. As imagens articulam-se entre si, constituindo como uma tradução entre níveis heterogêneos: entre a realidade da experiência, os conceitos que a modelam e a linguagem corrente que vai permitir conceber e exprimir a realidade e seus conceitos. Pode-se então afirmar, que trata-se de uma linguagem intermediária, que não somente permite a representação entre diferentes níveis, mas que faz a articulação entre estes níveis. A tradução nesta linguagem intermediária induz um trabalho de interpretação: trabalho de análise de percepção e exploração visual, que lê e relê as informações e representações. O objetivo principal será, então, o de explorar a percepção tridimensional. Os conceitos básicos da Geometria Descritiva serão apresentados num ambiente hipermídia que conterá: um banco de imagens (épuras e figuras espaciais), as definições dos termos usuais da matéria e as abreviações convencionalmente utilizadas, para a partir destes conhecimentos desenvolver os exercícios de manipulação e os questionamentos. Terá ainda um ambiente para resolução de problemas e um outro para aprendizagem pela ação. A modelagem do processo didático utilizará cinco agentes pedagógicos, representando diferentes teorias da aprendizagem, e terá como « default » o modelo de descoberta guiada, que fará o papel de intermediador entre o tutor e o micromundo. Pretende-se, com este trabalho, contribuir para a reformulação do sistema de ensino, alterando métodos e técnicas que permitam reduzir a distância entre o saber prático e o saber teórico, facilitando o auto nivelamento.
BELLI, Mauro José	Aplicação de tecnologias de inteligência artificial e de realidade virtual para a construção de um ambiente virtual para a alfabetização infantil /	Neste texto apresentamos os resultados sobre a busca de novas metodologias para auxiliar na alfabetização infantil. A proposta respaldada em uma fundamentação científica tendo como base dois aspectos fundamentais: o pedagógico e as novas tecnologias. O modelo deverá ser inovador e que represente efetivamente um avanço, contribuindo para a solução de um dos problemas mais sérios do ensino no Brasil: o elevado índice de repetência e de evasão registrado nas séries iniciais de ensino. A nossa proposta está baseada na metodologia de alfabetização desenvolvida pelos professores do GEEMPA (Grupo de Estudos sobre Educação, Metodologia de Pesquisa e Ação), sob coordenação de Esther P. Grossi. Esta metodologia foi inspirada no Método Silábico de alfabetização desenvolvido por Emília Ferreiro. Os resultados obtidos pelo GEEMPA em Porto Alegre e a credibilidade internacional das criadoras desta metodologia garantem o respaldo pedagógico necessário. Para a

		implementação da proposta utilizaremos técnicas de Realidade Virtual para a construção de um ambiente suficientemente capaz de envolver o aluno, povoado por agentes que comandarão o processo, conduzindo o aluno para o mundo das letras de forma agradável e praticamente imperceptível.
ALFARO CASAS, Luis Alberto	Contribuições para a modelagem de um ambiente inteligente de educação baseado em realidade virtual /	Neste trabalho analisa-se o potencial que oferece o computador como meio educativo, enriquecendo os ambientes de ensino-aprendizagem. Procurou-se investigar como vêm sendo abordados os problemas ligados a projetos de desenvolvimento de ensino inteligente assistido por computador (EIAC). Considerando-se a base teórica para tais projetos como sendo a cognição humana e sua base biológica, 'inteligência artificial', psicologia educativa, 'ergonomia cognitiva', informática e multimídia. Analisamos também os diferentes tipos de materiais educativos computadorizados (MEC), os princípios educativos e a psicologia da aprendizagem em que se fundamenta a criação de seus ambientes apoiados por computador, explorando-se as possibilidades apresentadas pelos MEC em inovar a relação professor-aluno. Foi proposto, finalmente, um modelo de um dos componentes de tais sistemas EIAC, um gerador de materiais educativos computadorizados em ambiente multimídia, desenvolvido dentro de uma filosofia orientada a objeto.
ZUCHI, Ivanete	O desenvolvimento de um protótipo de sistema especialista baseado em técnicas de RPG para o ensino de matemática	Atualmente as novas tecnologias vem desempenhando um papel de grande importância para a sociedade, surgindo possibilidades da aplicabilidade das mesmas em diversas áreas, em particular na educação. Em geral, os alunos mostram-se bastante motivados a estudar um conteúdo quando o mesmo é ensinado com o auxílio do computador, as aulas podem tornar-se atrativas e promover o aprendizado. A Inteligência Artificial pode contribuir de maneira significativa no desenvolvimento de ferramentas que viabilizam este processo, como, por exemplo, o ramo dos sistemas especialistas, que são programas computacionais destinados a solucionar problemas em campos específicos do conhecimento. O presente trabalho apresenta o desenvolvimento de um modelo computacional baseado em técnicas de Sistemas Especialistas e de RPG (Role Playing Games), que dentro da filosofia de um jogo, permite ao usuário, ao exercitar sua fantasia, testar seus conhecimentos matemáticos. Este modelo tem como objetivo, através de um ambiente lúdico, desenvolver o raciocínio dos alunos através da resolução de problemas matemáticos em nível de ensino fundamental, que surgem no decorrer da aventura. Estes problemas estão classificados em três níveis de dificuldade: fácil, médio e difícil. O modelo foi projetado para ser capaz de identificar em que classe de problemas o usuário teve maior dificuldade e, em situações específicas, pode lançar mão de dispositivos que oferecem explicações sobre como e o porquê que uma determinada conclusão foi atingida. Foram realizadas duas experimentações do modelo. A primeira, com uma turma de primeira série do ensino médio e a segunda com um grupo de professores de Matemática. O modelo foi implementado usando a shell KAPPA, que é uma ferramenta adequada para o desenvolvimento de Sistemas Especialistas.

<p>NOTARE, Márcia Rodrigues</p>	<p>Um Sistema para aprendizagem de demonstrações dedutivas em geometria euclidiana</p>	<p>O objetivo do presente trabalho é realizar a concepção de um sistema para a aprendizagem de demonstrações da Geometria Euclidiana Plana e a implementação de um protótipo deste sistema, denominado LEEG - Learning Environment on Euclidean Geometry, desenvolvido para validar as idéias utilizadas em sua especificação. Nos últimos anos, tem-se observado uma crescente evolução dos sistemas de ensino e aprendizagem informatizados. A preocupação com o desenvolvimento de ambientes cada vez mais eficientes, tanto do ponto de vista computacional quanto pedagógico, tem repercutido em um salto de qualidade dos softwares educacionais. Tais sistemas visam promover, auxiliar e motivar a aprendizagem das mais diversas áreas do conhecimento, utilizando técnicas de Inteligência Artificial para se aproximarem ao máximo do comportamento de um tutor humano que se adapte e atenda às necessidades de cada aluno. A Geometria pode ser vista sob dois aspectos principais: considerada como uma ciência que estuda as representações do plano e do espaço e considerada como uma estrutura lógica, onde a estrutura matemática é representada e tratada no mais alto nível de rigor e formalismo. Entretanto, o ensino da Geometria, nos últimos anos, abandonou quase que totalmente sua abordagem dedutiva. Demonstrações de teoremas geométricos não são mais trabalhadas na maioria das escolas brasileiras, o que repercute em um ensino falho da Matemática, que não valoriza o desenvolvimento de habilidades e competências relacionadas à experimentação, observação e percepção, realização de conjecturas, desenvolvimento de argumentações convincentes, entre outras. Levando-se em conta este cenário, desenvolveu-se o LEEG, um sistema para a aprendizagem de demonstrações geométricas que tem como objetivo auxiliar um aprendiz humano na construção de demonstrações da Geometria Euclidiana Plana. O sistema foi modelado sobre uma adaptação do protocolo de aprendizagem MOSCA, desenvolvido para suportar ambientes de ensino informatizados, cuja aprendizagem é baseada na utilização de exemplos e contra exemplos. Este protocolo propõe um ambiente de aprendizagem composto por cinco agentes, dentre os quais um deles é o aprendiz e os demais assumem papéis distintos e específicos que completam um quadro de ensino-aprendizagem consistente. A base de conhecimento do sistema, que guarda a estrutura lógica-dedutiva de todas as demonstrações que podem ser submetidas ao Aprendiz, foi implementada através do modelo de autômatos finitos com saída. A utilização de autômatos com saída na aplicação de modelagem de demonstrações dedutivas foi extremamente útil por permitir estruturar os diferentes raciocínios que levam da hipótese à tese da proposição de forma lógica, organizada e direta. As demonstrações oferecidas pelo sistema são as mesmas desenvolvidas por Euclides e referem-se aos Fundamentos da Geometria Plana. São demonstrações que priorizam e valorizam a utilização de objetos geométricos no seu desenvolvimento, fugindo das demonstrações que apelam para a simples manipulação algébrica e que não oferecem uma construção significativa do ponto de vista da Geometria. Porém, mesmo sendo consideradas apenas as demonstrações contidas em <i>Elements</i>, todos os diferentes raciocínios para uma mesma demonstração são aceitos pelo sistema, dando liberdade ao aprendiz no processo de construção da demonstração.</p>
---	--	---

GOMES, Cristiano Mauro Assis	Em busca de um modelo psico-educativo para a avaliação de softwares educacionais	Introdução. Uma das questões que merece grande destaque em nosso cenário contemporâneo é a questão da aprendizagem por meio das Novas Tecnologias. Afinal, o que é aprender? Por que aprendemos e como aprendemos? E como podemos aprender utilizando a Internet, ambientes virtuais, a inteligência artificial, etc? Neste sentido, este trabalho estabeleceu critérios que venham a servir de guia para uma análise do modo como os Softwares Educacionais enfocam e mobilizam o processo de aprendizagem do seu usuário (o aluno). Objetivo. Buscar definir um Modelo Psico-Educativo que norteie referenciais conceituais e estabeleça critérios para a análise operacional dos Softwares Educacionais e sua forma de intervenção junto ao processo de aprendizagem. Método. Foram determinados os seguintes passos: 1. A fundamentação do Modelo Psico-Educativo, através da Teoria da Modificabilidade Cognitiva Estrutural e da Experiência de Aprendizagem Mediada, de Reuven Feuerstein, e sua aplicabilidade junto aos Softwares Educacionais. 2. A concepção de Instrumentos de Análise, visando a operacionalização da avaliação dos Softwares Educacionais, junto às suas formas de intervenção frente ao processo de aprendizagem. 3. A proposição de uma classificação geral para os Softwares Educacionais, tendo em vista sua postura frente ao processo de aprendizagem e intervenção cognitiva junto ao educando. Conclusão. A existência de teorias construtivistas, que englobam o processo cognitivo, sustenta novas possibilidades de confecção e análise do papel dos Softwares Educacionais junto ao processo de aprendizagem. Além dos avanços teóricos, avanços tecnológicos, tais como a Inteligência Artificial, vêm possibilitando a emergência de um novo paradigma a respeito da função dos Softwares e sua aplicabilidade junto à Educação. I
FERNANDES, Mercedes Bragança Pinheiro	Aprendizagem mediada pela inteligência artificial: uma abordagem construtivista	Este trabalho, tendo como motivação a certeza da dinâmica das sociedades, procurou situar a necessidade na educação formal adequar-se a essa dinâmica, a fim de poder proceder a inclusão social dos indivíduos que a ela se destinam. Num contexto contemporâneo procurou fundamentar sua argumentação nas teorias cognitivas interacionistas de Piaget e Vygotsky e na teoria da sensibilidade e autonomia de aprendizagem de Rogers, com a finalidade de dar suporte aos conceitos inerentes à aquisição de conhecimentos aqui formulados, que visaram a adequação das práticas pedagógicas da educação formal. Desde que se considerou a possibilidade de introduzir o uso do computador nessa prática, como auxiliar de programas de ensino-aprendizagem formalizado. Para o embasamento da proposição de modelo de IA, abordou-se aspectos inerentes a esse ramo da computação, elegendo-se o paradigma Simbólico para fundamentar o modelo proposto. Apresentou-se modelo de IA fundamentado em ferramenta do paradigma Simbólico, o Sistema Especialista que julgou-se mais adequado ao problema proposto, para coadjuvar processo de aprendizagem a nível médio.
DIAS, Daniele dos Santos Ferreira	Sistemas Inteligentes na Educação.	A inclusão da Informática na Educação é crescente, em virtude da demanda da Sociedade do Conhecimento. As necessidades sociais se modificam e, assim, a urgência em globalizar o mundo propicia a existência de novos espaços de ampliação cognitiva: o ciberespaço é um deles. Uma nova linguagem surge como resultado da rápida comunicação nesse espaço virtual de dimensões infindas, uma linguagem baseada em imagens e sons. Cresce velozmente a produção de conteúdos que transitam na rede mundial de comunicação a Internet - redimensionando a Inteligência Coletiva, fazendo crescerem as preocupações referentes às concepções

		<p>existentes nesses que aí circulam. A Inteligência Artificial, além de permitir uma melhor compreensão de como se dá a inteligência humana, também busca a concretização de instrumentos que visam apoiar tal inteligência. Portanto, a Educação acompanha esse movimento. Os Sistemas Inteligentes na Educação são assim produzidos com a finalidade de facilitar o processo cognitivo. No Brasil, existem diversos programas governamentais preocupados em transformar a internet em espaço de inclusão. Por essa razão, o objetivo do presente trabalho foi analisar as concepções pedagógicas dos Sistemas Inteligentes voltados a aplicações em Educação. Essa análise foi feita com base em materiais bibliográficos focados na temática. A pesquisa volta-se, ainda, para a compreensão do conceito de Educação na Sociedade do Conhecimento, a identificação dos processos educativos no ciberespaço e como são incorporadas as ideias pedagógicas de aprendizagem na concepção de sistemas inteligentes. Os resultados mostraram que é urgente que os pedagogos compreendam as concepções pedagógicas presentes nos Sistemas Inteligentes e participem, como especialistas, da construção desses aparatos tecnológicos favorecedores da aprendizagem no ciberespaço.</p>
<p>VERAS, Jaclason Machado</p>	<p>MODELAGEM PARA O SOFTWARE VIRTUAL- TANEB BASEADO NA TEORIA DA RESPOSTA AO ITEM PARA AVALIAR O RENDIMENTO DOS ALUNOS</p>	<p>Esse trabalho propõe uma modelagem geral para um software educacional que atuará na verificação do conhecimento de geometria de alunos da quarta série do ensino fundamental. O Virtual-TANEB estará baseado no Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) que é um instrumento avaliativo usado no Brasil originado a partir das diretrizes do <i>National Assessment of Educational Progress</i> (NAEP), que, atualmente, é aplicado de forma manual por meio de cadernos de provas. Uma das motivações para o desenvolvimento dessa ferramenta foi reduzir o tempo de entrega dos resultados obtidos, através da resolução dos cadernos de provas, obedecendo à Matriz Curricular da Educação Básica. Outra motivação foi a inclusão da Teoria da Resposta ao Item (TRI) como quantificadora e qualificadora da avaliação educacional, permitindo uma análise estatística a partir de itens como elementos centrais da prova, visto a necessidade de acompanhar o processo de evolução dos sistemas de avaliação educacional. Porém, existem fatores que suprimem a utilização da TRI em larga escala, tais como: a personalização de cada aplicação e a complexidade matemática dos métodos envolvidos. Este protótipo de software educacional será aplicado às escolas do ensino fundamental no Estado do Maranhão, Brasil. Ele se adaptará ao nível cognitivo dos alunos através da inclusão de recursos provenientes da área de Inteligência Artificial e, além disso, possibilitará uma análise mais efetiva do conhecimento dos alunos usando a TRI sobre as respostas efetuadas. O Virtual-TANEB irá proporcionar alguns benefícios para a sociedade, como favorecer a longo prazo a redução de investimento econômico no processo de avaliação, resultando em melhorias para gerações presentes e futuras. Outro benefício é a adequação desse software a outros sistemas de avaliação, por exemplo, Programa Internacional de Avaliação de Alunos (PISA), Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), Prova Brasil, dentre outros. No futuro, mediante uma adaptação no software Virtual-TANEB, haverá a possibilidade de realizar a inclusão de outras disciplinas à prova.</p>

CASTRO, Pedriana de Jesus Pavão	AMBIENTE DE AVALIAÇÃO DO SOFTWARE VIRTUAL- TANEB APLICADO À GEOMETRIA DO QUINTO ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL	O Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) viabiliza o acompanhamento do rendimento dos alunos e fornece subsídios para o monitoramento das políticas públicas voltadas à educação. Neste trabalho propõe-se o desenvolvimento de um ambiente de avaliação para o software educacional denominado Virtual-TANEB que contribuirá para automatização do processo do Sistema de Avaliação da Educação Básica. Este ambiente utiliza de elementos da Inteligência Artificial, como os agentes de software, etc. Inicialmente, este protótipo contempla apenas a disciplina Matemática no conteúdo da geometria do 5ª ano do Ensino Fundamental. Favorecendo a redução de ônus financeiro e de tempo na entrega dos resultados da avaliação do aluno. O Virtual-TANEB destaca-se por oferecer interatividade ao aluno, por sua usabilidade e intuitividade na realização dos testes, construindo assim, um ambiente amigável para o discente realizar as questões do teste.
FIGUEIREDO, José Eduardo Mendes de	Sim-Colmeia: ambiente de simulação da dinâmica de uma colmeia para o ensino de Biologia	As ferramentas computacionais estão apoiando, de maneira crescente, o processo de ensino e aprendizagem em diversas áreas. Elas aumentam as possibilidades do docente para ministrar um conteúdo e interagir com seus alunos. Neste grupo de ferramentas estão as simulações baseadas em sistemas multiagentes. Neste contexto, este trabalho tem como objetivo apresentar um ambiente de simulação do crescimento populacional de uma colmeia para o ensino de Biologia. As variáveis do sistema podem ser alteradas visando analisar os diferentes resultados obtidos. Aspectos como duração e tempo da florada das plantações, conhecidos como campos de flores, podem ser manipulados pelo aluno. A abordagem multiagentes em Inteligência Artificial Distribuída foi a solução escolhida, para que o controle das atividades do aplicativo fosse feito de maneira automatizada. A Realidade Virtual foi utilizada para acrescentar aspectos importantes do processo que não podem ser visualizados pela simulação matemática. Uma síntese da utilização de tecnologias na educação, em especial da Informática, é discutida no trabalho. Aspectos da aplicação no ensino de Biologia são apresentados, assim como resultados iniciais de sua utilização.
RESENDE, Robson de Souza	Sistema especialista para auxílio na utilização de jogos não-educacionais no processo de aprendizagem	Jogos digitais são um recurso utilizado atualmente como uma forma de entretenimento, jogos digitais educacionais por sua vez, tentam fazer com que o estudante utilize esse recurso com o intuito de aprender de forma mais dinâmica e que desperte maior interesse. Embora jogos digitais educacionais tenham utilidade, em alguns casos eles podem apresentar problemas, tais como possuir tarefas repetitivas, desafios sem motivação ou falta de recursos pedagógicos. O objetivo deste trabalho é o desenvolvimento de um sistema que seja capaz de encontrar recursos educacionais em jogos digitais que não são considerados educacionais, com o propósito de utilizá-los no ensino, visto que alguns deles já são consagrados no mercado como uma forma de entretenimento, o objetivo com isso é despertar o interesse dos estudantes por determinado assunto. O sistema é uma aplicação web desenvolvida em C#, que funciona recebendo do usuário o que ele deseja ensinar a respeito de algum assunto da área de geografia, em seguida realiza uma inferência para buscar jogos digitais e gerar relatórios educacionais com os possíveis jogos digitais e características que podem ser utilizadas para ensinar a

		respeito do assunto que o usuário deseja. Logo, não é necessário que o usuário tenha conhecimento da área de jogos digitais para utilizar o sistema e verificar jogos digitais e maneiras de aplicá-los no ensino.
BOUCINHA, Rafael Marimon	Aprendizagem do pensamento computacional e desenvolvimento do raciocínio	Esta tese descreve um estudo quase experimental que teve como objetivo: investigar a relação entre a construção do Pensamento Computacional e o desenvolvimento do raciocínio de estudantes dos últimos anos do Ensino Fundamental. A pesquisa foi realizada utilizando um curso de extensão em Desenvolvimento de Games, ofertado em 2 escolas particulares de Porto Alegre, tendo a participação de 50 alunos. A prática de ensino-aprendizagem proposta foi construída com base em pressupostos teóricos da aprendizagem significativa e aprendizagem experiencial. O Pensamento Computacional e o raciocínio dos alunos foram avaliados antes e após o término do curso, sendo utilizados para este fim o Teste de Pensamento Computacional e as provas que compõe a Bateria de Provas de Raciocínio – BPR-5. A análise estatística dos dados permitiu evidenciar um incremento do Pensamento Computacional, bem como do Raciocínio Verbal, Raciocínio Abstrato e Raciocínio Mecânico dos alunos que participaram do experimento. Comprovou-se também uma correlação positiva entre o Pensamento Computacional e os cinco tipos de raciocínio avaliados. Os resultados deste estudo demonstram como a construção do Pensamento Computacional contribuí no desenvolvimento cognitivo dos alunos e é apresentada uma proposta pedagógica que pode servir de referência para novos estudos na área.
SANTOS, Fernão Reges dos	Modelo de computação cognitiva para suporte as atividades educacionais em interações com ambientes inteligentes	A evolução dos sistemas que aplicam os conceitos de computação ubíqua e pervasiva, principalmente em aplicações de ambientes inteligentes que integram computação sensível ao contexto e computação móvel de uso pessoal, apresenta possibilidades e desafios no campo educacional. De forma complementar, os modelos de inteligência computacional se estabelecem como importantes ferramentas em serviços baseados em Internet (soluções que combinam aplicações e serviços sob demanda) e sistemas de suporte a decisão, propiciando personificação no acesso à informação em elevados volumes de dados (processamento de Big Data). A partir deste cenário, esta pesquisa propõe um modelo de computação que combina diferentes métodos de inteligência artificial para auxiliar a personalização do processo de aprendizado considerando interação em ambientes de computação sensível ao contexto. Este modelo computacional é, principalmente, uma proposta de computação com foco na perspectiva do estudante para participação de tarefas educacionais em diferentes locais providos de inteligência de ambiente. Durante a investigação da dinâmica do modelo computacional, foi elaborada uma implementação resumida do modelo central, um conjunto de regras do sistema multiagente e uma implementação da arquitetura proposta para Computação Sensível ao Contexto. A estrutura cognitiva resultante foi observada durante a utilização por um grupo de usuários voluntários em diferentes localidades. Os resultados observados reforçam a dinâmica proposta nesta pesquisa como um modelo viável para personalização das interações com ambientes inteligentes.

PALMEIRA, Felipe Cabrini Alves	Jogo digital com realidade aumentada e inteligência artificial aplicado ao contexto de musicalização infantil com foco na percepção de musical	A inclusão do ensino musical no ensino básico oferece diversos benefícios para as crianças, auxiliando em seu aprendizado em outras disciplinas. Um dos desafios na musicalização infantil está em encontrar uma estratégia didática que desperte o interesse e a vontade de aprender nas crianças. Este estudo tem por objetivo construir um jogo digital do tipo <i>serious games</i> com foco na musicalização infantil, para ser utilizado como ferramenta de aprendizagem na percepção dos timbres dos instrumentos. Para tanto, foi delineada uma proposta de arquitetura do jogo com base nas pesquisas sobre estado de fluxo, dessa forma busca-se o aumento da imersão do jogador, facilitando o aprendizado. Também são aplicados algoritmos de inteligência artificial para controlar o nível de dificuldade, para que o jogo se adapte ao jogador, tendo em vista tornar a experiência de jogar sozinho divertida e manter o jogador entretido por mais tempo possível. Como resultado, foi desenvolvido um jogo que utiliza diversas técnicas para manter o jogador entretido e ao mesmo tempo ele consiga assimilar o conteúdo pedagógico musical. Os testes preliminares, com dez crianças mostraram como a Realidade Aumentada contribuiu em facilitar a transição do mundo real para o mundo virtual e evidenciaram que as crianças conseguiram absolver o conteúdo proposto do jogo contribuindo, assim, para o seu desenvolvimento na área de musicalização.
--------------------------------------	--	---

Fonte: o autor (2019)



Os trabalhos analisados apresentam algumas características que merecem destaque.

a) Jogos educacionais – Dos dados levantados, observa-se a presença de estudos sobre jogos na educação, em especial para a educação matemática e geometria.

Resende (2015), Figueiredo (2012), Zuchi (2000), Palmeira (2018) trabalham em suas pesquisas com a IA aplicada a jogos.

Palmeira (2018) observa positivamente a manutenção da atenção e o engajamento dos alunos submetidos ao teste. A intenção do protótipo criado pelo autor era um jogo para ensinar conceitos musicais a crianças de 7 a 9 anos, em fase de introdução à musicalização. A introdução de ferramentas de IA possibilitou que o sistema reagisse de forma rápida ao contatar dificuldade ou facilidade apresentadas pelos jogadores, o que pode ter provocado maior engajamento. Ressaltou que o aperfeiçoamento do modelo deveria contar com *game analytics*, ferramenta que pode amparar professores nas métricas apresentadas pelos alunos ao jogar.

Figueiredo (2012) salienta a importância da interdisciplinaridade para o desenvolvimento de pesquisas envolvendo IA.

Resende (2015) aponta uma série de desafios para a implementação dos jogos digitais: manutenção do nível de atenção e envolvimento do aluno, falta conhecimento (específico em jogos) dos professores, infraestrutura deficitária das escolas em geral. O autor propôs a modelagem de um sistema para auxiliar professores do ensino fundamental da área de geografia a selecionar jogos educativos mesmo não os conhecendo. Com base no apontamento, por parte do professor, sobre as características do conteúdo que deseja trabalhar, o sistema (elaborado pelo pesquisador) aponta uma lista dos jogos disponíveis.

b) Ambientes virtuais para a aprendizagem – os trabalhos acadêmicos aqui levantados indicam o foco na aprendizagem.

As pesquisas realizadas por Fernandes (2004), Dias (2009), Notare (2001), Belli (1999), Alfaro Casas (1999), Ulbricht (1997) e Santos (2018), tratam sobre plataformas e ambientes de aprendizagem. A construção de ambientes virtuais de ensino utilizando os recursos de IA, como pode ser notado no intervalo de tempo dos estudos, não é algo novo, são 21 anos entre o primeiro e o último estudo, em todas as pesquisas aparece como foco a aprendizagem do aluno.

Alfaro Casas (1999), sugere que a criação de ambientes inteligentes de aprendizagem construtivista é tarefa fundamental e criar ferramentas inteligentes neste contexto é algo bastante relevante para a educação, dado o potencial motivador, criativo e interessante que tais modelos podem ter. Ressalta ainda que tal tarefa é um grande desafio e deve ser assumida por equipes multidisciplinares dada a necessidade de conhecimentos muito específicos e de áreas bastante diferentes entre si.

Fernandes (2004) infere (há cerca de 15 anos) que a cultura tecnológica já era, naquele momento, parte das práticas cotidianas da sociedade. Assim, não pode continuar a ser ignorada pela educação formal que deve apreçar-se em implantá-las na escola, a fim de integrar-se a esse contexto que a criou e para o qual deve fundamentar sua prática; a IA pela múltiplas vantagens que pode oferecer à educação formal, pode e deve atuar como coadjuvante em projetos que visem o processo de aprendizagem na educação formal.

Dias (2009) relata em seu estudo a contribuição que as novas plataformas (leia-se, plataformas inteligentes) podem trazer à educação, além de ressaltar a forma como a cibercultura modificou as relações de ensino aprendizagem. A discussão proposta pela autora leva a refletir sobre a forma como as mudanças aconteceram e como a educação foi se apropriando das TDIC. Mudou a plataforma ou ferramenta, mas não mudou a forma de pensar, os métodos não foram alterados, apenas não se está entre quatro paredes com lousa e giz na mão.

Santos (2018) apresenta um dado a ser amplamente discutido: estudantes, já acostumados a usar serviços como: *Google, Apple, Amazon*, esperam de um sistema, sabidamente inteligente, a mesma qualidade de serviços e apresentação gráfica, o que é bastante difícil devido à diferença de estrutura e recursos.

c) Mineração de dados – Castro (2010), Veras (2010) e Gomes (2000), discutem em suas pesquisas o uso de IA no auxílio a processos avaliativos.

Gomes (2000) aponta o estudo multidisciplinar (pedagogia, psicologia, ciência da computação) como um caminho para o avanço das novas tecnologia na educação; - ressaltar a importância do papel humano na mediação do uso das tecnologias no campo educacional; - infere sobre a não neutralidade da educação e sobre como a escolha de um ou outro software e sua aplicação podem refletir isso; - traz em 2000, um questionamento importante sobre o futuro das TDIC: "As Novas Tecnologias na

Educação serão um estranho aos profissionais da educação, ou serão incorporadas como uma ferramenta aliada do processo, da arte que é ensinar?"

d) Inclusão - O estudo realizado por Silveira (1996) é voltado a inclusão de pessoas com paralisia cerebral. Através de um protótipo, fazendo uso de ferramentas de IA (modelagem de usuário, leitores inteligentes, interfaces inteligentes, ajuda inteligente). O software AAC (Comunicação alternativa e aumentativa) foi criado com o intuito de intermediar a comunicação possibilitando, através da IA que tanto o portador de paralisia consiga expressar com maior facilidade o que quer comunicar, quanto entenda seu interlocutor, tal ferramenta pode contribuir tanto para a aprendizagem, quanto para a reabilitação de pessoas com dificuldades de comunicação. Embora o estudo não esteja diretamente ligado à escola é uma ferramenta útil quando se trata do processo de inclusão de alunos com paralisia cerebral.

A leitura das pesquisas leva a percepção de que o caminho que se quer percorrer ao incluir jogos, plataformas e ambientes de aprendizagem ou mesmo prototipar alternativas inclusivas, é construir "máquinas de pensar com", uma forma de ver a tecnologia disponível ainda que apenas na condição de ferramenta, mas uma ferramenta com um grande potencial. Não por acaso essas pesquisas tinham como foco a melhora na aprendizagem do aluno. Apenas um estudo propôs um modelo de "máquina de ensinar".

Não foram identificados, como sinaliza o referencial teórico, foco nas pesquisas sobre personalização no ensino, na Educação Básica, por meio de plataformas adaptativas.

Dentre as correntes pedagógicas foi possível identificar a seguinte disposição: 9 pesquisas indicaram que a proposta se encontrava dentro da corrente construtivista; 3 pesquisas indicaram a corrente behaviorista ou comportamentalista; 3 pesquisas não indicaram corrente pedagógica; 4 pesquisas indicaram a corrente interacionista; 1 pesquisa indicou a corrente de aprendizagem colaborativa e 1 de aprendizagem significativa. É importante ressaltar que alguns estudos destacaram a mistura de correntes, combinando duas ou mais referências.

Das 16 pesquisas lidas, apenas 1 aponta que seria importante ter a tecnologia como objeto de estudo. As demais, mesmo tendo a centralidade do tema na tecnologia, não ponderam sobre a relevância do estudo da própria ferramenta como componente curricular, apenas apontam questões relativas ao uso. A discussão sobre

currículo não é presente em nenhuma das pesquisas, assim como a BNCC também não é citada nas pesquisas pós 2017 (ano de aprovação do documento).

Em nenhuma das pesquisas é discutida a questão ética envolvendo IA; apenas um estudo pondera sobre a dificuldade em manter a privacidade dos dados. Porém é possível apontar outros desafios como as mudanças laborais que se anunciam por meio da substituição do homem por máquinas consideradas “inteligentes”, a exclusão de grupos que não detém as tecnologias, o aumento das diferenças de oportunidades para pessoas com menos acesso às tecnologias ou com pouca escolaridade ou, ainda, com poucas oportunidades frente a uma “economia” 4.0.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa pesquisa objetivou verificar qual a incidência e assuntos tratados pelos pesquisadores brasileiros na interface educação e inteligência artificial.

A fim de atingir o objetivo proposto, foi realizado:

- Levantamento de pesquisas (teses e dissertações) publicadas pela comunidade científica brasileira sobre a interface educação e inteligência artificial;
- Leitura crítica do material e levantamento dos dados.

Os objetivos foram atingidos, tendo a revisão de literatura feita na presente pesquisa apontado de forma geral que os estudos envolvendo IA e educação tem certa regularidade, afinal, foi possível observar a frequência de produções acadêmicas em um intervalo razoável de tempo, são 22 anos de publicações.

A revisão de literatura feita na presente pesquisa apontou de forma geral que os estudos envolvendo IA e educação, embora em número não tão expressivo, tem certa regularidade de publicação, afinal, foi possível observar a frequência de produções acadêmicas em um intervalo razoável de tempo, são 22 anos com incidência de pesquisa.

As análises quantitativas e qualitativas dos dados, tanto dos achados gerais, quanto do recorte feito para o olhar mais aprofundado para a Educação Básica, revelam o quanto a pesquisa voltada para a IA está baseada na construção de ferramentas de ensino e distante das discussões sobre “O que é?”, “Para que serve?”, “De que forma é feita?”, “Quais os riscos, os potenciais?”. Perante essa constatação é possível inferir que ainda é distante ver a IA ou mesmo a tecnologia na condição de objeto de estudo, de conteúdo propriamente dito. Estão sempre atreladas a condição de facilitadora do processo educacional.

É imperativo salientar que “ser meio para” não é um demérito, o emprego das TDIC na educação tem potencial imenso e provavelmente há que se desenvolver muitas ferramentas, tamanha as possibilidades dentro da interface tecnologia/ educação.

No entanto, o advento da sociedade 4.0 e as demandas geradas por essa revolução nos meios de produção necessitam ser observadas, discutidas em todas as esferas sociais, inclusive na escola. Incorporar as TDIC na condição de conteúdo escolar não é apenas uma necessidade de atender a um mercado de trabalho cada

vez mais tecnológico, mas uma condição de formação humana para a construção da cidadania.

Após a análise dos dados apresentados na pesquisa é possível retornar à questão inicialmente levantada e ter uma resposta: IA e educação são temas de pesquisas publicadas com regularidade ao longo de 22 anos no Brasil, observar a incidência dos assuntos, através das categorias, leva a constatação da frequente preocupação em criar ferramentas de ensino que potencializem a aprendizagem, facilite ou a transforme em dados, mas o aluno passa e usar tais ferramentas sem ser provocado a entender os mecanismos que a criaram, é um consumidor.

Fazendo referência à 5ª competência estabelecida na BNCC, de que forma esse aluno poderá “Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais da informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética(...)”, se ele apenas consome tecnologia? A abertura legal ou burocrática, na forma da lei, foi criada. Porém, de que forma a instituição escolar irá incluí-la em seu currículo, qual profissional dentro dos quadros escolares é capacitado para trabalhar com tecnologia na forma de conteúdo.

Entender a condição real da interface educação/ IA passaria por ampliar o recorte do estudo, considerando, por exemplo publicações internacionais, o que pode ser apontado como uma limitação deste estudo, mas também como possibilidade de fazê-lo em pesquisas futuras, afinal é oportuno, necessário e urgente o debate acerca do assunto. Assim, incorporar literatura internacional à pesquisa, não apenas no que tange à produção acadêmica, mas também o que o mundo tem produzido, discutido sobre o assunto, os desafios enfrentados, as questões éticas e legais que envolvem o desenvolvimento da IA.

Próximos estudos sobre o tema em tela deverão voltar-se a analisar os artigos em periódicos nacionais e internacionais bem como a produção científica internacional. Seria interessante, também, proceder a observação de casos de escolas que estejam introduzindo o uso de IA na educação básica.

## REFERÊNCIAS

- ABRAMOWICZ, Mere. Perspectivas de abordagem do currículo no novo milênio. In: ABRAMOWICZ, Mere. **Currículo e avaliação**: uma articulação necessária - textos e contextos. Recife: Bagaço, 2006.
- ALMEIDA, Fernando José de; SILVA, Maria da Graça Moreira da. O currículo como direito e a cultura digital. **Revista e-Curriculum**, São Paulo, v. 2, n. 12, mai. 2014. Programa de Pós-Graduação em Educação: Currículo. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br//index.php/curriculum/article/viewFile/20229/15391>. Acesso em: 28 Mar. 2018.
- ALVES, Rubem. Gaiola e Asas. **Folha de São Paulo**. São Paulo, mai. ano 2001, 5 Dez. 2001. opinião. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/fsp/opiniao/fz0512200109.htm>. Acesso em: 5 fev. 2019.
- APPLE, Michael Whitman. **Ideologia e Currículo**. Tradução Vinícius Figueira. 3. ed. São Paulo: Artmed, 2006. Tradução de: Ideology and curriculum.
- ARROYO, Miguel G. **Currículo**: território em disputa. 5. ed. Petrópolis: Vozes, 2013.
- BRASIL. Ministério da Educação. Lei de 20 de dezembro de 2017. Brasília, 20 de dezembro de 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br>. Acesso em: 24 jul. 2019.
- CETIC. TIC Educação. **CETIC**. São Paulo, 2010. Disponível em: <https://cetic.br/media/analises/apresentacao-tic-educacao-2010.pdf>. Acesso em: 6 mai. 2019.
- CETIC. TIC Educação. **CETIC**. São Paulo, 2011. Disponível em: <https://cetic.br/media/analises/apresentacao-tic-educacao-2011.pdf>. Acesso em: 6 mai. 2019.
- CETIC. TIC Educação. **CETIC**. São Paulo, 2012. Disponível em: <https://cetic.br/media/analises/apresentacao-tic-educacao-2012.pdf>. Acesso em: 6 mai. 2019.
- CETIC. TIC Educação. **CETIC**. São Paulo, 2013. Disponível em: <https://cetic.br/media/analises/tic-educacao-apresentacao-2013.pdf>. Acesso em: 24 jul. 2019.
- CETIC. TIC Educação. **CETIC**. São Paulo, 2015. Disponível em: [https://cetic.br/media/analises/tic\\_educacao\\_2015\\_coletiva\\_de\\_imprensa.pdf](https://cetic.br/media/analises/tic_educacao_2015_coletiva_de_imprensa.pdf). Acesso em: 6 mai. 2019.
- CETIC. TIC Educação. **CETIC**. São Paulo, 2016. Disponível em: [https://cetic.br/media/analises/tic\\_educacao\\_2016\\_coletiva\\_de\\_imprensa.pdf](https://cetic.br/media/analises/tic_educacao_2016_coletiva_de_imprensa.pdf). Acesso em: 6 mai. 2019.

CETIC. TIC Educação. **CETIC**. São Paulo, 2018. Disponível em: <https://www.cetic.br/media/analises/Apresentacao-lancamento-das-publicacoes-das-pesquisas-tic-educacao-e-tic-kids-online-brasil-2017.pdf>. Acesso em: 6 mai. 2019.

COPPIN, Ben. **Inteligência Artificial**. Tradução Jorge Duarte Pires Valério. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2017. Tradução de: Artificial Intelligence illuminated. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/978-85-216-2936-8/cfi/6/10!/4/22@0:39.1>. Acesso em: 10 jul. 2019.

DMITRUK, Hilda Beatriz (Org.). **Cadernos metodológicos**: diretrizes da metodologia científica. 5. ed. Chapecó: Argos, 2001. 123 p.

FLORIDI, Luciano. Artificial Intelligence, Deep fakes and a Future of Ectypes. **Spring Nature**, Switzerland, v. 31, n. 3, p. 317-321, 1 ago. 2018. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs13347-018-0325-3>. Acesso em: 19 jul. 2019.

FORQUIN, Jean-Claude. **Escola e cultura**: bases sociais e epistemológicas do conhecimento escolar. Tradução Guacira Lopes Louro. 1. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1993.

FREIRE, Paulo. **A importância do ato de ler**: em três artigos que se complementam. 23. ed. São Paulo: Cortez, 1989. (Polêmicas do nosso tempo).

FREIRE, Paulo. **A educação na cidade**. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2001.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia**: Saberes necessários à prática educativa. 25. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2002.

FRIGO, Luciana Bolan; POZZEBON, Eliane; BITTENCOURT, Guilherme. O papel dos agentes inteligentes nos sistemas tutores inteligentes. In: WORLD CONGRESS ON ENGINEERING AND TECHNOLOGY EDUCATION. 2004. 2004. 667-671 p. Disponível em: [http://home.ufam.edu.br/hiramamaral/04\\_SIAPE\\_FINAL\\_2016/SIAPE\\_Biblioteca%20Geral/00000\\_MeDSE\\_Mendeley\\_2015/MeDSE\\_AGentes\\_Estado%20da%20arte/frigo04a.pdf](http://home.ufam.edu.br/hiramamaral/04_SIAPE_FINAL_2016/SIAPE_Biblioteca%20Geral/00000_MeDSE_Mendeley_2015/MeDSE_AGentes_Estado%20da%20arte/frigo04a.pdf). Acesso em: 12 jul. 2019.

HARARI, Yuval Noah. **Homo Deus**: uma breve história do amanhã. Tradução Paulo Geiger. 1. ed. São Paulo: Companhia da Letras, 2015. Tradução de: Homo Deus: A brief history of tomorrow.

LAVILLE, Christian; DIONNE, Jean. **A construção do saber**: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas. Porto Alegre: Artmed, 2008.

MERIGO, Carlos. IBM Watson permite conversar com as obras de arte da Pinacoteca de São Paulo. **B9**. São Paulo, 2017. Disponível em: <https://www.b9.com.br/73053/ibm-watson-permite-conversar-com-obras-de-arte-da-pinacoteca-de-sao-paulo/>. Acesso em: 12 jul. 2019.



PANORAMA Setorial da Internet: Inteligência Artificial e ética, São Paulo, v. 10, n. 2, out. 2018. Cetic. Disponível em: [https://nic.br/media/docs/publicacoes/1/Panorama\\_outubro\\_2018\\_online.pdf](https://nic.br/media/docs/publicacoes/1/Panorama_outubro_2018_online.pdf). Acesso em: 30 abr. 2019.

PAPERT, Seymour. **Logo**: Computadores e Educação. Tradução José Armando Valente; Beatriz Bitelman; Afira Vianna Ripper. 2. ed. São Paulo: Brasiliense, 1985. Tradução de: Mindstorms - Children, Computers and Powerful Ideas.

PAPERT, Seymour. **A máquina das crianças**: Repensando a Escola na Era da Informática. Tradução Sandra Costa. 1. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994. Tradução de: The Children's Machine.

PERRIER, Gerlaine Romão Fonseca. **Integração das tecnologias digitais de informação e comunicação em cursos de natureza agrotécnica por meio de metodologias ativas**. São Paulo, 2019. Tese (Programa de Pós-Graduação em Educação Currículo) - PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO, 2019.

RAMOS, Altina; FARIA, Paulo M.; FARIA, Ádila. Revisão Sistemática de Literatura: Contributo para a inovação na investigação em Ciências da Educação. **Revista Diálogo Educacional**. Paraná, 2014. 20 p. Disponível em: <https://periodicos.pucpr.br/index.php/dialogoeducacional/article/view/2269/2185>. Acesso em: 8 mai. 2019.

RODRIGUES, Valter. **Como máquinas aprendem**: fundamentos e algoritmos de Machine Learning, Redes Neurais e Deep Learning. Florença: Publicação Independente, 2018.

ROJO, Roxane (Org.). **Escolas conectadas**: Multiletramentos e as TIC's. São Paulo: Parábola, 2013.

ROSA, Guimarães. **Grande sertão**: veredas. 19. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2001.

RUSSELL, Stuart; NORVIG, Peter. **Inteligência Artificial**. Tradução Vandenberg D. de Souza. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004. Tradução de: Artificial Intelligence.

SACRISTÁN, José Gimeno. **O currículo**: uma reflexão sobre a prática. 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000.

SANTOMÉ, Jurjo Torres. **Currículo Escolar e Justiça Social**: O cavalo de Troia da Educação. Tradução Alexandre Salvaterra. 1. ed. Porto Alegre: Penso, 2013. Tradução de: La justicia curricular: El caballo de Troya de la cultura escolar.

SCHWAB, Klaus. **A quarta revolução industrial**. Tradução Daniel Moreira Miranda. 1. ed. São Paulo: Edipro, 2019. Tradução de: The fourth industrial revolution.

SILVA, Maria da Graça Moreira da; GONSALES, Priscila. Possibilidades de IA na educação. **IBM**. São Paulo, 2018. Disponível em:

<https://www.ibm.com/ibm/responsibility/br-pt/downloads/e-book-IA-na-educacao.pdf>. Acesso em: 20 out. 2018.

SILVA, Tomaz Tadeu da. **Documentos de identidade**: Uma introdução às teorias do currículo. 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2004.

SOUZA, Jonathan; FELIZE, Daniel. Machine Learning: aprendendo com máquinas que aprendem. 2018. Disponível em: <https://www.lecom.com.br/blog/machine-learning-e-as-maquinas/> Acesso em: 12 jul. 2019.

STAKER, Robert E. Revisão de Literatura: Ampliando para enxergar o problema. In: STAKER, Robert E. **Pesquisa Qualitativa**: Estudando como as coisas funcionam. Tradução Karla Reis. São Paulo: Penso, 2011. cap. 6, p. 118-131.

TEIXEIRA, José de Fernandes. **O que é inteligência artificial**. 1. ed. São Paulo: Brasiliense, 1990. (Primeiros Passos).

TEIXEIRA, João de Fernandes. **O cérebro e o robô**: inteligência artificial, biotecnologia e a nova ética. 1. ed. São Paulo: Paulos, 2015. (Coleção Ethos).

TURING, Alan. **Computing machinery and intelligence**. 1950. Disponível em: <http://www.turingarchive.org/viewer/?id=463&title=1>. Acesso em: 20 mar. 2019.

TURING, Alan. **Computação e Inteligência**. Tradução Fabio de Carvalho Hansem. 1950. Tradução de: Computing machinery and intelligence. Disponível em: <https://luciomarfernandes.wordpress.com/2013/06/22/computacao-e-inteligencia-alan-turing-traducao-de-fabio-de-carvalho-hansem/>. Acesso em: 20 mar. 2019.

UNESCO. Educação: Um tesouro a descobrir, relatório para a UNESCO da Comissão Internacional para a educação do século XXI. **UNESCO**. Tradução Guilherme João de Freitas Teixeira. Brasília, 2010. 41 p. Tradução de: Learning: the treasure within; report to UNESCO of the International Commission on Education for the Twenty-first Century (highlights). Disponível em: [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000109590\\_por](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000109590_por). Acesso em: 25 set. 2018.

VALENTE, José Armando. **A Espiral da Espiral de Aprendizagem**: o processo de compreensão do papel das tecnologias de informação e comunicação na educação. Campinas, 2005 (Instituto de Artes) - UNICAMP, 2005. Disponível em: [http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/284458/1/Valente\\_JoseArmando\\_LD.pdf](http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/284458/1/Valente_JoseArmando_LD.pdf). Acesso em: 12 jul. 2019.

VIEIRA PINTO, Álvaro. **O conceito de tecnologia**. Rio de Janeiro: Contraponto, v. 1, 2005.

WORLD Economic Forum: La Cuarta Revolución Industrial. Produção de WEFForum. World Economic Forum, 2016. Curta Metragem (11min34seg). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=-OiaE6l8ysg>. Acesso em: 16 jul. 2019.