

INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
PÓS-GRADUAÇÃO LATO SENSU EM INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO

DENIS DE SOUZA NASCIMENTO

**ANÁLISE DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA) APLICADA À EDUCAÇÃO SOB A
PERSPECTIVA ÉTICA ATRAVÉS DE UM ESTUDO BIBLIOGRÁFICO**

VITÓRIA
2022

DENIS DE SOUZA NASCIMENTO

**ANÁLISE DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA) APLICADA À EDUCAÇÃO SOB A
PERSPECTIVA ÉTICA ATRAVÉS DE UM ESTUDO BIBLIOGRÁFICO**

Monografia apresentada à Coordenadoria do Curso de Pós-graduação Lato Sensu em Informática na Educação do Instituto Federal do Espírito Santo, Centro de Referência em Formação e em Educação a Distância, como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Informática na Educação.

Orientador: Prof. Me. Manoel Augusto Polastrelli Barbosa.

VITÓRIA

2022

(Biblioteca do Centro de Referência em Formação e em Educação a Distância - Cefor)

N17a Nascimento, Denis de Souza.

Análise da inteligência artificial (ia) aplicada à educação sob a perspectiva ética através de um estudo bibliográfico / Denis de Souza Nascimento. - 2022.

45 f. : il ; 385Kb.

Orientador: Manoel Augusto Polastreli Barbosa

TCC (Especialização) Instituto Federal do Espírito Santo, Cefor, Pós Graduação Lato Sensu em Informática na Educação, 2022.

1. Informática na educação. 2. Inteligência computacional. 3. Inteligência Artificial. 4. Internet das coisas. I. Barbosa, Manoel Augusto Polastreli . II. Título III. Instituto Federal do Espírito Santo.

CDD: 371.3078

Bibliotecário/a: Viviane Bessa Lopes Alvarenga CRB/06-ES nº 745

DENIS DE SOUZA NASCIMENTO

**ANÁLISE DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA) APLICADA À EDUCAÇÃO SOB A
PERSPECTIVA ÉTICA ATRAVÉS DE UM ESTUDO BIBLIOGRÁFICO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao programa de Pós-Graduação *Lato Sensu* Informática na Educação, como requisito parcial para obtenção de título Especialista em Informática na Educação.

Aprovado em 26 de setembro de 2022.

COMISSÃO EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente



MANOEL AUGUSTO POLASTRELI BARBOSA

Data: 26/09/2022 21:57:03-0300

Verifique em <https://verificador.iti.br>

Me. Manoel Augusto Polastreli Barbosa

Instituto Federal do Espírito Santo

Orientador

Documento assinado digitalmente



ANDRESSA ANTONIO DE OLIVEIRA

Data: 30/09/2022 18:36:15-0300

Verifique em <https://verificador.iti.br>

Me. Andressa Antônia de Oliveira

Instituto Federal do Espírito Santo

Documento assinado digitalmente



CHRISTYAN LEMOS BERGAMASCHI

Data: 02/10/2022 21:43:36-0300

Verifique em <https://verificador.iti.br>

Me. Christyan Lemos Bergamaschi

Instituto Federal do Espírito Santo



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO ESPÍRITO SANTO

Autarquia criada pela Lei nº 11.892, de 19 de dezembro de 2008

DECLARAÇÃO DE AUTORIA DE TRABALHO MONOGRÁFICO DE ESPECIALIZAÇÃO

Eu, **Denis de Souza Nascimento**, aluno (a) do curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* Informática na Educação, declaro que o trabalho monográfico intitulado **“ANÁLISE DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA) APLICADA À EDUCAÇÃO SOB A PERSPECTIVA ÉTICA ATRAVÉS DE UM ESTUDO BIBLIOGRÁFICO”** é de minha autoria, em conformidade com a legislação vigente que trata dos direitos autorais.

Vitória – ES, 26 de setembro de 2022.



Documento assinado digitalmente

DENIS DE SOUZA NASCIMENTO

Data: 26/09/2022 19:34:58-0300

Verifique em <https://verificador.iti.br>

Assinatura do (a) Candidato (a)

RESUMO

A utilização da Inteligência Artificial é uma grande promessa para melhoria dos processos industriais, medicinais, de produção e segurança e também educativos. Esse artigo visa analisar a utilização dessa tecnologia na educação sob a perspectiva ética, apresentando os principais conceitos e inovações trazidos pela IA no campo educacional. Buscou-se por meio de pesquisa bibliográfica apontar os principais benefícios e riscos da utilização de IA no ensino. Os trabalhos analisados apontam os riscos e cuidados que se devem ter na coleta e tratamento de dados que são a base para o funcionamento da IA, bem como a perpetuação de preconceitos e a responsabilização moral de eventuais danos causados pela utilização desta tecnologia. Por fim, constatou-se que é preciso encontrar meios de garantir que as máquinas possam ser auditadas e que as decisões sejam transparentes. Além da preparação ética dos profissionais de programação, professores e alunos que utilizarão a IA em suas atividades.

Palavras-chave: Tecnologia. Informática. Inovação. Ensino. Dados.

ABSTRACT

The use of Artificial Intelligence holds great promise for improving industrial, medicinal, production and safety, as well as educational processes. This article aims to analyze the use of this education from an ethical perspective, promoting the main concepts and innovations introduced by AI in the educational field. A means of bibliographic research was sought to point out the main benefits and risks of using AI in teaching. The investigation works in question, which are aimed at risks caused by AI, must have a collection and processing of data that can be based on the functioning of the damage caused and a good technology of risk of moral damage. Finally, you need to know that you need to find ways to ensure that machines can be audited and that they are transparent. In addition to the ethical preparation of programming professionals, teachers and students who will use AI in their activities.

Keywords: Technology. Computing. Innovation. Teaching. Data.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
1.1	JUSTIFICATIVA	8
2	REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1	UMA DEFINIÇÃO DE ÉTICA	12
2.2	O QUE É INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL?	13
2.2.1	Exemplos de aplicação de IA no cotidiano	16
2.2.1.1	Sugestão de palavras	17
2.2.1.2	Assistentes virtuais inteligentes (AVI)	17
2.2.1.3	<i>Chatbots</i>	17
2.2.1.4	Reconhecimento facial	18
2.2.1.5	Internet das Coisas (IoT)	18
2.2.1.6	Robôs de investimento	18
2.2.1.7	IA na medicina	19
2.3	INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL APLICADA À EDUCAÇÃO	19
2.3.1	Ferramentas de IA na Educação	22
2.3.1.1	Sistema Tutores Inteligentes	22
2.3.1.2	Mineração de Dados	25
2.3.1.3	Realidade Aumentada e Realidade Virtual	27
2.3.1.4	<i>Serious Games</i> (SGs)	28
2.3.1.5	<i>Massive Open Online Courses</i> - MOOCS	29
3	PERCURSO METODOLÓGICO	31
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	33
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
	REFERÊNCIAS	43

1 INTRODUÇÃO

Desde o seu surgimento por volta da década de 1960, a Inteligência Artificial tem transformado as relações humanas e o modo de trabalho em diversas áreas. Mais presente em nossas vidas do que podemos imaginar, já a utilizamos em tarefas cotidianas como assistentes virtuais e *chatbots*. “Algoritmos de IA desempenham um papel cada vez maior na sociedade moderna, embora geralmente não estejam rotulados como “IA”.” (BOSTROM, 2011, p. 201)

Como a maioria das ferramentas de tecnologia e comunicação, a IA também tem sido utilizada na educação com a finalidade de melhorar os processos educativos. Os benefícios são inúmeros como maior autonomia para estudantes, ensino personalizado, tomadas de decisões mais acertadas, etc. No entanto, enquanto a utilização em outras áreas tem levantado a discussão sobre implicações éticas do uso da IA, na educação essa discussão ainda não ganhou muito espaço. Urge, portanto, “a necessidade de recorrer à ética como instrumento capaz de encaminhar soluções que, eventualmente, e se for o caso, possam consolidar-se em alternativas legislativas.” (DONEDA *et al.*, 2018, p. 3).

O principal conceito por trás da IA talvez seja o *big data* que, em linhas gerais, são grandes quantidades de dados armazenados que permitem o aprendizado da máquina (*machine learning*). Não é por acaso que as principais discussões éticas sobre a utilização da IA giram em torno dessa tecnologia. “Apesar dos avanços e benefícios que a IA, em especial o aprendizado de máquina, vêm trazendo, pesquisadores têm alertado para exemplos de vieses e preconceitos exacerbados por sistemas inteligentes.” (GARCIA, 2020, p. 16). A “decisão” da máquina depende da qualidade desses dados e do algoritmo que interpreta os mesmos. Assim, existem vários relatos na literatura de decisões carregadas de preconceitos causadas por dados com vieses racistas ou preconceito de gênero, por exemplo.

Neste trabalho buscamos levantar algumas questões éticas em torno da utilização da IA na educação a fim de garantir que os riscos sejam minimizados e os benefícios sejam potencializados, garantindo o progresso no ensino. Para isso, primeiramente

definimos o conceito de ética que nos interessa neste trabalho para então definir o que é a IA apresentando seus principais conceitos como *machine learning*, *big data*, algoritmo, *Deep Learning Neural Networks*. Estes conceitos são essenciais para compreender o funcionamento das principais ferramentas de IA utilizadas na educação, como Tutores Inteligentes, mineração de dados, *Serious Games* e *Massive Open Online Courses* (MOOCS).

Por meio de pesquisa bibliográfica, buscamos trazer a discussão ética em torno do uso da IA para o mundo da educação, uma vez que, assim como nas demais áreas em que a IA já é utilizada, percebe-se o grande impacto que essa tecnologia causa e poderá causar na vida de alunos, professores e toda a comunidade escolar.

1.1 JUSTIFICATIVA

Apesar de muito se falar sobre o uso da tecnologia na educação, no Brasil ainda existe muito a ser feito, principalmente quando se trata de projetos capazes de transformar profundamente o sistema de ensino por meio da tecnologia. Enquanto em outras áreas como engenharias, produção, indústria o uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC's) transformaram radicalmente o modo de trabalho, na educação a aplicação dessas tecnologias ainda não se traduz numa mudança do *status quo*, ou seja, muitas vezes a forma de ensinar ainda segue o paradigma da educação tradicional, apesar do amplo emprego de ferramentas digitais. De acordo com Silveira e Vieira Junior (2019, p. 207),

Bancos, grandes empresas e instituições disponibilizam acesso e serviços digitais os quais facilitam a vida da população. Mesmo assim, de forma conservadora, as instituições educacionais vivem uma dupla realidade, na qual a grande maioria dos estudantes em escolas públicas é excluída dos recursos tecnológicos devido às políticas públicas insuficientes e à realidade precária de infraestrutura física das escolas públicas estaduais e municipais. Por outro lado, os centros e institutos federais, por motivos diversos, apresentam maior emancipação tecnológica e administrativa, as quais proporcionaram a essas instituições, geralmente, melhores condições (SILVEIRA & VIEIRA JUNIOR, 2019, p. 207).

As mudanças tecnológicas acontecem numa velocidade que muitas vezes é difícil acompanhar. A cada dia são novos produtos, novos programas, novas ferramentas

que surgem como solução para problemas da vida cotidiana. Diversas áreas têm se beneficiado com o surgimento de ferramentas baseadas em Inteligência Artificial (IA), dentre as quais destacamos produção, militar, medicina e governamental. É de se presumir que a IA está presente também nos ambientes educacionais mudando a forma como se ensina e aprende.

O uso da IA é marcado pela suspeita de que robôs poderiam ganhar “vida própria” destruindo a vida humana. Também destaca-se a possibilidade do surgimento de super inteligências, ou seja, máquinas mais inteligentes que o próprio ser humano. É certo que existe certo otimismo em relação à IA por parte da comunidade científica. Sem entrar no mérito da desconfiança ou do otimismo cego, é preciso se concentrar naquilo que de fato já se sabe sobre a IA para encontrar pistas reais do que está por vir. O editorial da Revista “O Correio da UNESCO” de julho-setembro de 2018 traz os seguintes questionamentos:

Uma máquina pode pensar? O que a IA é capaz de fazer neste estágio da sua evolução? Em que grau ela é autônoma? Onde fica a tomada de decisão humana? Mais do que conduzir-nos à Quarta Revolução Industrial, a IA está provocando uma revolução cultural. Ela está inegavelmente destinada a transformar nosso futuro, mas ainda não sabemos exatamente de qual maneira. É por isso que a IA inspira tanto fascinação quanto medo (UNESCO, 2018, p. 3).

Muitos trabalhos têm abordado as questões éticas em torno do uso da IA (VALDERRAMAS; 2020, DONEDA *et al.*, 2018; UNESCO, 2018; GARCIA, 2020; KAUFMAN, 2021), buscando analisar, entre outros temas, os impactos de desse emergente ramo da ciência na vida social bem como questões de biossegurança, bioética, o uso desta tecnologia para o bem e não para o mal, como a IA poderá se integrar à vida humana, os impactos sobre a personalidade e a autonomia pessoal, segurança de dados, privacidade, liberdade de circulação de informação. Esses trabalhos em geral abordam o tema de forma generalista sem especificar uma área específica na qual a IA está sendo utilizada.

Segundo o Sumário Executivo, elaborado pelo SESI/SENAI, intitulado “Tendências em Inteligência Artificial na educação no período de 2017 a 2030” “parte significativa da produção científica atual em Inteligência Artificial está relacionada com o tema da Educação, o que indica forte presença da Inteligência Artificial nos sistemas

educacionais e, conseqüentemente, um grande impacto nos processos de ensino-aprendizagem no curto e no médio prazo.” (VICARI, 2018, p. 9).

Embora existam trabalhos que tratem do uso da IA na educação (POZZEBON, 2004; HARASIM, 2015; SEMENSATO *et al.*, 2015; GONSALES, 2017; VICARI, 2018; SILVEIRA; VIEIRA JUNIOR, 2019; GATTI, 2019; TAVARES *et al.*, 2020; PARREIRA *et al.*, 2021; SILVA), pouco se fala, sobre questões éticas em torno do assunto. As pesquisas sobre IA aplicada à educação versam sobre benefícios do uso da mesma (GATTI, 2019), possibilidades com IA na educação (SILVEIRA; VIEIRA JUNIOR, 2019), benefícios na educação *on line* (HARASIM, 2015; SEMENSATO *et al.*, 2015), impactos sobre o fazer docente (PARREIRA *et al.*, 2021), criação produtos e *softwares* educacionais (POZZEBON *et al.*, 2004; VICARI, 2018), mineração de dados, gamificação e outras ferramentas com IA (VICARI, 2018).

Diante do exposto, tal pesquisa se justifica pela urgência de considerar questões éticas em torno do uso da IA na educação, uma vez que, assim como em outras áreas, a IA tem o potencial de transformar as relações humanas. Como já mencionado, existe ainda algum mito, medo, tabu ou certo frenesi em torno da IA que precisa ser extirpado se queremos aproveitar ao máximo os benefícios que a IA pode trazer.

Ainda é importante considerar a importância dessa temática para a educação. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) aponta a urgência da inserção das TDIC's nos processos de ensino aprendizagem. Transcrevemos a seguir os principais pontos que o documento traz em relação ao uso da tecnologia na educação:

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, p. 7, grifo nosso).

Em decorrência do avanço e da multiplicação das tecnologias de informação e comunicação e do crescente acesso a elas pela maior disponibilidade de computadores, telefones celulares, *tablets* e afins, os estudantes estão dinamicamente inseridos nessa cultura, não somente como consumidores. Os jovens têm se engajado cada vez mais como protagonistas da cultura digital, envolvendo-se diretamente em novas formas de interação

multimidiática e multimodal e de atuação social em rede, que se realizam de modo cada vez mais ágil (BRASIL, 2017, p. 57).

Contudo, também é imprescindível que a escola compreenda e incorpore mais as novas linguagens e seus modos de funcionamento, desvendando possibilidades de comunicação (e também de manipulação), e que eduque para usos mais democráticos das tecnologias e para uma participação mais consciente na cultura digital. Ao aproveitar o potencial de comunicação do universo digital, a escola pode instituir novos modos de promover a aprendizagem, a interação e o compartilhamento de significados entre professores e estudantes (BRASIL, 2017, p. 57).

Deve-se considerar ainda a atualidade do tema. O uso de tecnologias baseadas em IA para a educação é uma área ainda em desenvolvimento e, portanto, carente de pesquisas. Quando se trata de uma abordagem ética como é a proposta deste trabalho, as pesquisas são ainda mais escassas. É preciso desmistificar e esclarecer muitas questões, bem como colocar outras em seu devido lugar para que a educação possa se beneficiar dessa tecnologia sem prejudicar o desenvolvimento humano.

Assim, pesquisas como a presente são fundamentais por contribuir com a reflexão a respeito da aplicabilidade da IA na educação de acordo com pressupostos éticos com a finalidade da melhoria na qualidade do ensino.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Diante do problema e objetivos desta pesquisa, neste tópico faremos uma base teórica acerca dos principais conceitos em torno da Inteligência Artificial bem como da ética na educação de modo a facilitar a leitura e compreensão do trabalho. Serão apresentados e definidos os principais conceitos, ferramentas e linhas de aplicação de IA na educação.

2.1 UMA DEFINIÇÃO DE ÉTICA

Para analisar o uso de IA na educação sob o enfoque da ética é preciso antes esclarecer o conceito de ética adotado neste trabalho. Nem sempre há consenso entre os autores a respeito desse termo comumente confundido com moral. Embora estejam muito ligados entre si, é preciso fazer uma distinção entre moral e ética, afinal não é do nosso interesse fazer uma análise moralizante a respeito da IA na educação.

Etimologicamente, a ética vem do grego *ethos* que significa modo de ser, costume ou caráter. Para os gregos o *ethos* é o lugar onde os cidadãos se abrigavam, onde se sentiam seguros para tomar as decisões sobre o destino da *pólis* (cidade). Já moral, vem do latim *mos* (*mores*), que tem o mesmo significado do termo *ethos* em grego. Em suma, ética e moral “dizem respeito ao modo como os indivíduos devem agir em relação ao outro no espaço em que vivem” (PEQUENO, 2016, p. 42).

Embora na origem ética e moral tenham o mesmo sentido, para este trabalho vamos fazer uma distinção entre esses conceitos. Segundo Pequeno (2016, p. 42), “a ética se constitui como uma parte da filosofia que trata da moral em geral, ou da moralidade de cada ser humano, em particular. A ética é por muitos definida como a ciência da moral.” Ou seja, a moral pode ser entendida como um campo de reflexão da ética. “Pode-se resumir tais diferenças da seguinte forma: a ética revela-se como reflexão (*theoria*), já a moral diz respeito à ação (*práxis*)” (PEQUENO, 2016, p. 42).

Segundo Johann (2009, p. 36) a ética se refere à questão reflexiva sobre os valores e princípios axiológicos, enquanto a moral se ocupa das normas relativas a esses valores e princípios. “A primeira se refere a questões teóricas e a segunda a questões práticas. Uma, porém, está contida na outra e ambas não se excluem mutuamente, juntas constituindo a práxis axiológica.” (JOHANN, 2009, p. 36). Percebe-se a dificuldade em distinguir ética de moral, pois ambas são como balizas para as decisões humanas.

Ainda segundo Johann (2009, p. 36),

Tanto a reflexão sobre os princípios quanto as normas que o aplicam, são importantes para orientar o comportamento humano. Submeter-se a uma norma, simplesmente porque ela é imposta, despersonaliza e massifica. A afirmação de sujeitos livres e autônomos exige uma compreensão ética e o assumir consciente dos ditames de uma lei. Somente uma compreensão ética constrói a capacidade de tomar decisões e de agir com responsabilidade. (...) O exercício ético resulta de uma prática filosófica que desinstala, inquieta e rompe com toda sorte de dogmatismos. A permanente reflexão crítica leva a salvaguardar a liberdade individual e coletiva de submissões escusas e de manipulações indignas (JOHANN, 2009, p. 36).

A ética tem, portanto, papel fundamental na vida em sociedade. Não se trata de determinar normas e códigos de conduta apenas, mas fornecer mecanismos para uma convivência harmoniosa baseada em princípios axiológicos. Em linhas gerais, para a realização desta pesquisa, entendemos a ética como sendo aquela que

trata do comportamento do homem, da relação entre a sua vontade e a obrigação de seguir uma norma, do bem e do mal, do que é justo e injusto, da liberdade e da necessidade de respeitar o próximo. A ética, enquanto campo de estudo e reflexão, revela que nossas ações têm efeitos na sociedade e que cada homem deve ser livre e responsável. (...) A ética é a teoria acerca do comportamento moral dos homens em sociedade, isto é, ela trata dos fundamentos e da natureza das nossas atitudes normativas (PEQUENO, 2016, p. 43).

2.2 O QUE É INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL?

Embora seja complexo traçar uma definição clara do que é Inteligência Artificial (IA), alguns conceitos devem ser esclarecidos para dar continuidade à discussão proposta neste trabalho. Para Pozzebon *et al.* (2004, p. 36) “a Inteligência Artificial é, por um lado, uma ciência, que procura estudar e compreender o fenômeno da inteligência, e, por outro, uma área da engenharia, na medida em que procura

construir instrumentos para apoiar a inteligência humana.” Nos interessa a segunda ideia, ou seja, a IA como uma área da engenharia computacional que tem transformado a vida do homem.

De acordo com a UNESCO (2018), IA é uma disciplina científica inaugurada em 1956 na Universidade de Dartmouth, em New Hampshire, Estados Unidos num *workshop* organizado por quatro pesquisadores (John McCarthy; Marvin Minsky; Nathaniel Rochester e Claude Shannon).

Para McCarthy, Minsky e os outros pesquisadores do Projeto de Pesquisa de Verão de Dartmouth sobre Inteligência Artificial, a IA foi inicialmente projetada para simular as diferentes faculdades da inteligência – humana, animal, vegetal, social ou filogenética – utilizando máquinas. Mais precisamente, esta disciplina científica teve como base na suposição de que todas as funções cognitivas – especialmente aprendizagem, raciocínio, computação, percepção, memorização e mesmo descobertas científicas ou criatividade artística – podem ser descritas com tal precisão que torna possível programar um computador para reproduzi-las (UNESCO, 2018. p. 7).

A IA funciona basicamente com o que foi denominado “*machine learning*” ou “aprendizado da máquina”. De acordo com Tavares *et al.* (2020, p. 48703), de forma simples, o *machine learning* consiste em, a partir de certos padrões de dados, os computadores serem capazes de gerar seu próprio conhecimento, ou seja, sem receber informações ou comandos explícitos de uma pessoa, as máquinas são capazes de tomar decisões, resolver problemas, identificar falhas e tudo o mais que uma inteligência humana é capaz de fazer. Tudo isso apenas utilizando algoritmos e padrões de dados. Com esses dados e algoritmos, a máquina é capaz de produzir determinada informação ou realizar determinada ação de forma autônoma.

O processo de “aprendizagem” desses sistemas é influenciado por múltiplos fatores, observáveis ou não observáveis no mundo físico, sujeitos à efeitos de fontes externas. A técnica de aprendizado de máquina que consegue lidar com a complexidade do mundo real é denominada de “aprendizado profundo” (*deep learning*): função matemática - estatística que mapeia conjuntos de valores de entrada (*inputs*) para valores de saída (*output*) por meio de representações expressas em termos de outras representações mais simples, identificadas em distintas camadas (*layers*) (KAUFMAN, 2021, p. 75).

Essa forma de aprendizado da máquina é também conhecida como Redes Neurais de Aprendizado Profundo (*Deep Learning Neural Networks*, DLNNs) e é inspirado na forma como o cérebro humano funciona. Daí talvez tenha surgido o receio de que, com o tempo, estas super inteligências superem a inteligência humana e até

ofereçam riscos para a espécie. Kaufman (2021, p. 75) se utiliza do seguinte exemplo para exemplificar como as DLNNs funcionam:

Para desempenhar uma tarefa específica como, por exemplo, identificar se uma imagem de um tumor numa tomografia é cancerígena ou não, é necessário primeiro treinar o sistema com base em grandes conjuntos de dados de entrada (*inputs*) – imagens de tumor cancerígeno e imagens de tumor-padrão. As DLNNs projetam cenários futuros, a probabilidade deles ocorrerem e quando, permitindo tomar medidas preventivas contra os potenciais danos (KAUFMAN, 2021, p. 75)

Para Garcia (2020, p. 15) “a IA é uma área da computação voltada a desenvolver algoritmos e sistemas capazes de realizar tarefas que demandam habilidades associadas à inteligência humana.” Ainda segundo a autora, as máquinas que utilizam a IA devem ser capazes de “planejar sequências de atividades para alcançar metas, como nos sistemas inteligentes que sabem jogar xadrez; raciocinar para resolver problemas complexos, como nos sistemas para diagnósticos médicos; e, é claro conseguir aprender a fazer tudo isso sozinha.” Sobre como funciona a programação dessas máquinas, ainda explica que

Dado um grande conjunto de dados para o treinamento, um algoritmo de aprendizagem de máquina gera um modelo capaz de mapear entradas em saídas. Este modelo matemático é composto por um sistema de equações não lineares com descontinuidade. O papel do algoritmo de aprendizagem é definir os valores ótimos para os coeficientes dessas equações de tal forma a bem reproduzir os exemplos do conjunto de treinamento, mas almejando a generalização (GARCIA, 2020, p. 16).

Para que o aprendizado da máquina seja eficiente, é necessário, portanto, uma grande quantidade de dados. Quanto mais dados disponíveis para leitura pelo algoritmo, mais precisa a resposta da máquina. Assim, temos um outro conceito muito importante quando se trata de IA: *big data*. *Big data* são dados em maior quantidade, maior complexidade, maior variedade e maior velocidade que chegam até a máquina. Esse grande volume de dados não podem ser lidos por softwares simples, sendo necessário máquinas mais complexas para decodificá-los. É a disponibilidade de *big data* que permite às máquinas aprenderem a fazer algo e não apenas serem programadas para tal.

No entanto, atualmente, a IA tem desenvolvido formas de ler e construir informações a partir também de dados desestruturados, ou seja, aqueles dados que não são previamente organizados. É o que explica Silva e Gonsales (2017, p. 7)

Suas aplicações atuais buscam emular as faculdades cognitivas humanas de modo a possibilitar que sistemas computacionais possam lidar com dados desestruturados, isto é, dados cuja organização e semântica não são conhecidas a priori. Tudo o que é publicado em redes sociais, artigos científicos, vídeos, textos em geral são considerados dados desestruturados, e estima-se que correspondam a 80% dos dados existentes no mundo. Nesse sentido, as máquinas estão sendo “ensinadas” a entender esses dados, para poder gerar conhecimento a partir deles. Por meio dessas máquinas, já se pode ir além do mero armazenamento de informações para a interpretação dessas informações, ou seja, deduzir ou inferir relações entre fatos, conceitos e conhecimentos adquiridos (SILVA & GONSALES, 2017, p. 7).

Gatti (2019, p. 47) define a IA como sendo uma “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].”

A conceituação de IA é ampla e varia de acordo com a área que ela é utilizada. “Em suma, a IA é a forma de processar ou “pensar” informações de modo a produzir conclusões práticas, por meio de processamento de dados com maior quantidade, eficácia e velocidade.” (SILVEIRA; VIEIRA JUNIOR, 2019, p. 209). Ainda de acordo com os autores:

Inteligência Artificial (AI em inglês ou IA em português) é a inteligência similar à humana exibida por mecanismos ou *software*. Os principais pesquisadores definem o campo como "o estudo e projeto de agentes inteligentes", onde um agente inteligente é um sistema que percebe seu ambiente e toma atitudes que maximizam suas chances de sucesso (SILVEIRA; VIEIRA JUNIOR, 2019, p. 209).

Por fim, concordamos com Silva e Gonsales (2017, p. 7) quando dizem que “a Inteligência Artificial não está presente apenas nos filmes, centros de pesquisas ou empresas de tecnologia, mas em nosso cotidiano, à nossa porta.” Já vimos ou utilizamos ferramentas de IA em diferentes atividades do nosso dia a dia como transações financeiras, diagnósticos médicos, games, diferentes engenharias, etc. Algumas aplicações comuns da IA atualmente serão tratadas nos tópicos a seguir.

2.2.1 Exemplos de aplicação de IA no cotidiano

Ao contrário do que muitos podem pensar, a IA não é algo futurístico ou longe do nosso cotidiano sendo usada apenas em super programas e supercomputadores.

Inúmeras ferramentas do nosso dia a dia já utilizam essa tecnologia e, muitas vezes, nem fazemos ideia que estamos utilizando IA. Nosso intuito é desmistificar a IA mostrando que ela já faz parte do nosso cotidiano e nos auxilia em inúmeras funções, sejam elas mais simples como digitar no celular ou mais complexas como diagnósticos médicos.

Grande parte da personalização proporcionada por algoritmos nas aplicações de Internet mais populares adota uma forma de inteligência artificial. A recomendação de novas músicas (de acordo com o histórico de audições), a seleção de quais postagens irão aparecer primeiro no *feed* de notícias de uma rede social (com base nas interações prévias) e mesmo o melhor caminho a seguir em um aplicativo de trânsito (com base nas informações sobre engarrafamentos na cidade) são aplicações de inteligência artificial (DONEDA, 2018, p. 7)

2.2.1.1 Sugestão de palavras

O exemplo mais corriqueiro que podemos dar é este. Quantas vezes digitamos apenas as primeiras letras de determinada palavra no smartphone e o teclado já sugere a palavra que queremos usar. De acordo com o site do Congresso Internacional de Secretariado - COINS (2019), esse mecanismo só é possível porque o smartphone armazena dados das palavras mais utilizadas pelo usuário e, baseado nestes dados armazenados, sugere as palavras que queremos utilizar.

2.2.1.2 Assistentes virtuais inteligentes (AVI)

Outro exemplo bem presente no cotidiano das pessoas. As mais conhecidas são a Cortana da Microsoft, a Siri da Apple e a Alexa da Amazon. Essas assistentes nada mais são que *software* criados a partir de IA e *machine learning* capazes de responder comandos de voz ou de texto prestando assistência em diversas tarefas como pesquisas na web, reproduzir músicas, encontrar notícias, abrir e fechar portas da casa, acender e apagar luzes, ajudar no cuidado com bebês (babás virtuais), etc (DARC, 2022).

2.2.1.3 Chatbots

Muito comuns quando entramos em contato com o Serviço de Atendimento ao Consumidor de determinadas empresas. De acordo com Darc (2022) nada mais são que robôs capazes de simular a voz humana e dar respostas às necessidades do

usuário de acordo com os dados já existentes no sistema. Essa tecnologia visa agilizar o atendimento tornando-o mais eficiente e rápido. Como exemplo temos a Aixa, da Caixa Econômica Federal, que é uma referência em atendimento virtual no Brasil.

2.2.1.4 Reconhecimento facial

De acordo com o site COINS 2019 (2019), o Google Fotos já é capaz de agrupar fotos identificando os rostos das pessoas, mesmo que as fotos tenham sido tiradas em épocas diferentes e em poses diferentes. O mesmo princípio é aplicado em sistemas de segurança que são capazes de, através de imagens de câmeras, identificar pessoas e até localizar criminosos nas ruas.

2.2.1.5 Internet das Coisas (IoT)

Segundo o site da ORACLE BRASIL, Internet das Coisas consiste na utilização de sensores, *softwares* e outras tecnologias em objetos físicos como máquinas industriais, carros, eletrodomésticos e até tratores no campo, permitindo a troca de dados e informações via *internet*. Essa troca de dados permite uma incorporação entre esses objetos, processos e pessoas de forma que podem trabalhar em conjunto. Essa hiperconexão é ainda mais potencializada com a utilização de assistentes virtuais. No campo, por exemplo, os tratores são guiados por GPS; drones fazem imagens de toda a área de produção identificando a situação do gado ou da plantação; robôs conseguem fazer previsões climáticas precisas. Tudo isso de forma automatizada, com o mínimo de intervenção humana.

2.2.1.6 Robôs de investimento

No mercado financeiro, os robôs de investimento começaram a ser usados na década de 90 e hoje estão disponíveis para qualquer investidor (SIQUEIRA, 2019). Para a autora, esses softwares são capazes de automatizar movimentações financeiras baseando-se em algoritmos para entender as movimentações do mercado. De acordo com o objetivo do cliente, são capazes de, por exemplo, determinar o melhor momento de comprar ou vender um ativo financeiro como

ações. Também monitoram o desempenho das movimentações financeiras. Esses robôs tornam as transações mais rápidas e lucrativas.

2.2.1.7 IA na medicina

Com base em *big data*, *machine learning* e algoritmos, muitos benefícios são trazidos para a medicina. A IA já é aplicada no diagnóstico de doenças, acompanhamento em tempo real de pacientes, armazenamento de dados do paciente, na interpretação e reconhecimento de imagens e exames, envio de alertas para o paciente e para o médico, permitindo precisão nos diagnósticos e melhorando a eficiência dos tratamentos. (DARC, 2022).

2.3 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL APLICADA À EDUCAÇÃO

Como podemos perceber, a IA já é amplamente utilizada e faz parte do nosso cotidiano. No entanto, como a educação tem se beneficiado dessa tecnologia? Já existem ferramentas baseadas em IA sendo utilizadas na educação? Nesse tópico discutiremos um pouco sobre a aplicação da IA na educação.

Considerando as transformações que o desenvolvimento da IA trouxe, é certo também que “o cenário real da educação sofreu transformação: os humanos não são mais os únicos atores da educação e a inteligência computacional está inserida ativamente no mundo.” (SEMENSATO *et al*, 2015, p.33).

É importante distinguir claramente o que se trata a IA na educação. Diferentemente do que se pode pensar, quando falamos em IA na educação não estamos nos referindo às diferentes tecnologias já amplamente utilizadas em sala de aula, o que Parreira *et al.* (2021) chama de inovação em sistemas instrumentais. Segundo o autor as inovações em sistemas instrumentais são “‘tecnologias de primeira geração’: são comandadas pelo professor e aproveitadas por ele para tornar mais eficaz o seu trabalho.” (PARREIRA *et al.*, 2021, p. 977). Como exemplo temos uso de *slides*, redes sociais, *sites*, *blogs*, *podcasts* e diversos tipos de mídias que foram sendo incorporados às aulas com a finalidade de ilustrar e conquistar a atenção do

aluno para o conteúdo ensinado. A IA pode ser classificada como uma “tecnologia de segunda geração” ou “inovações estruturais”. Segundo os autores,

Os sistemas de inteligência artificial (IA) e as máquinas aprendentes (ML) constituem um tipo de tecnologia muito diferente das tecnologias de primeira geração, que são manejadas pelo homem para complementar suas capacidades. As tecnologias de segunda geração são sistemas de outra ordem, substituem as capacidades humanas e só estarão a serviço do homem se formos capazes de as enquadrar no nosso modo de vida (PARREIRA *et al*, 2021, p. 979).

Apesar desta distinção feita pelos autores, é inegável que a incorporação destas tecnologias de “primeira geração” no ensino é o que está possibilitando, nos tempos atuais, o desenvolvimento e a incorporação de ferramentas baseadas em IA no ensino. Sobre isso, o sumário executivo organizado por Vicari (2018, p. 12)) após levantamento realizado pelo SESI/SENAI revela que

No momento atual (2017), o uso de tecnologias na escola está vinculado, diretamente, a três diferentes realidades tecnológicas subjacentes à IA, as quais, juntas, mudaram o perfil do uso das tecnologias educacionais: redes sem fio (internet *Wi-Fi*), tecnologias móveis (celular e *tablet*) e armazenamento de conteúdos em nuvens. Todas elas influenciam a IA e são responsáveis pelo surgimento de novas tecnologias, como *Learning Analytics*, *Big Data*, a possibilidade do treinamento de Algoritmos de Aprendizagem de Máquina (*Machine Learning*) com grandes quantidades de dados etc. Atualmente é impossível pensar sistemas educacionais desvinculados destas tecnologias. Elas mudaram o panorama do *software* e do conteúdo educacional. Ainda, tornaram possível o compartilhamento de grandes bases de conteúdos e de dados através do uso de buscadores inteligentes (VICARI, 2018, p. 12).

Silveira e Vieira Júnior (2019, p. 216) reconhecem a presença da IA em nossas vidas há alguns anos em diversas atividades do nosso cotidiano, e reforçam que “na educação não é diferente. Grandes empresas já se articularam para operar neste segmento de mercado, da mesma forma que em outros segmentos.” Observando a incorporação da IA em diversos setores da nossa sociedade, Tavares *et al.* (2020, p. 48711) ressaltam que “na educação é fundamental que essa apropriação seja planejada, gradativa, com um enfoque maior de suporte e não de robotização do ensino. (...) muitas outras linhas de IA estão caminhando para construir e consolidar seus caminhos na educação.”

De acordo com Gatti (2019, p. 53), na educação

as máquinas podem ser empregadas para obter informações de estudantes, organizá-las e fornecer resultados que podem ser empregados em diversas situações, desde a definição de trilhas de aprendizagem para diferentes perfis de alunos, compreender melhor como os alunos aprendem para propor diferentes estratégias de ensino (GATTI, 2019, p. 53).

Silveira e Vieira Junior (2019, p. 212) acrescentam ainda que “plataformas educacionais, baseadas em Inteligência Artificial, permitem que as instituições de ensino gradativamente possibilitem a construção de uma rede de tecnologia para capacitar e conectar famílias, alunos individuais, professores e outras escolas.” De acordo com Silva e Gonsales (2017, p. 9):

É urgente e fundamental que a educação esteja aberta e atenta aos avanços da IA buscando diagnosticar antecipadamente os novos desafios e possibilidades que ela traz e podendo atuar sobre eles. Por meio de sua integração aos processos educativos é possível desenvolver habilidades e conhecimentos que permitam criar diante do novo, uma vez que ela se apresenta como uma forma de contribuir com o trabalho educacional e a aprendizagem em todos os níveis. Isso não significa a substituição do papel do professor, mas sim, uma parceria entre ser humano e máquina (VIEIRA & GONSALES, 2017, p. 9).

Uma das modalidades de educação que mais tem se beneficiado das tecnologias baseadas em IA é a educação à distância. Harasim (2015) faz uma análise das implicações da IA na educação online. Segundo a autora, os cursos online, em especial os cursos MOOC (*massive open online course*, curso massivo aberto e online), é o testemunho do espantoso crescimento da utilização da IA na educação. “Os MOOC dependem da IA para transmitir o conteúdo dos cursos para dezenas ou centenas de milhares de estudantes e para gerar (e depois classificar) os questionários relacionados àquele conteúdo.” (HARASIM, 2015, p. 26). De acordo ainda com seu estudo, “novas metodologias *online* e tecnologias também estão sendo desenvolvidas para facilitar a Inteligência Humana Aumentada (IHA), para promover e aumentar o pensamento humano e as habilidades de resolução de problemas.” (HARASIM, 2015, p. 27).

Para Vicari (2018, p. 12) “a IA aplicada à Educação é uma área de pesquisa multi e interdisciplinar, pois contempla o uso de tecnologias da IA em sistemas cujo objetivo é o ensino e a aprendizagem.” De acordo com a autora, como é uma área de pesquisa ainda em desenvolvimento, os sistemas educacionais são um campo de

aplicação e testes para a IA. As diversas ferramentas já disponíveis que se utilizam da IA na educação, a utilizam de forma distinta e com várias finalidades.

2.3.1 Ferramentas de IA na Educação

São diversas as ferramentas já desenvolvidas baseadas em IA pensadas para atender aos sistemas educacionais. “Não é de hoje que pesquisas envolvendo IA e educação são objetos de estudo. Embora o campo de pesquisa no Brasil ainda seja incipiente, em outros países os primeiros estudos relacionados à área surgiram há cerca de 30 anos.” (GATTI, 2019, p. 53).

Como já mencionado, “há muito potencial no uso de inteligência artificial como suporte para tarefas de aprendizagem, tanto na perspectiva do aluno como na perspectiva dos professores.” (TAVARES *et al*, 2020, p. 48701). Segundo os autores, os principais exemplos de aplicação de IA no ensino são: “aprendizagem adaptativa, tutores inteligentes, ferramentas de diagnósticos, sistemas de recomendação, classificação de estilos de aprendizagem, mundos virtuais, gamificação e mineração de dados aplicada à educação.” (TAVARES *et al.*, 2020, p. 48). Já Vicari (2018, p. 12) destaca “os Sistemas Tutores Inteligentes Afetivos (STIs), os *Learning Management Systems* (LMSs), a Robótica Educacional Inteligente e os *Massive Open Online Course* (MOOCs).”

2.3.1.1 Sistema Tutores Inteligentes

Talvez seja o exemplo mais popular de aplicação da IA na educação. Segundo Pozzebon *et al* (2004, p. 3) os STIs surgiram a partir da necessidade de suprir deficiências identificadas na Informática da Educação que não foi capaz de superar a rigidez pedagógica, a falta de personalização do ensino e a pobreza de recursos didáticos ao longo dos anos.

“A característica principal desses aplicativos é sua capacidade de interagir com pessoas, percebendo as ações do aluno e a partir disso, atualizando sua base de conhecimentos” (SEMENSATO, 2015, p. 35), ou seja, oferecem ensino personalizado. Assim, os STI (*Intelligent Tutoring Systems* - ITS) são capazes de

decidir qual a melhor estratégia de ensino a ser usada com o aluno de acordo com o grau de conhecimento alcançado sobre o conteúdo ensinado e o estado afetivo do mesmo: se está cansado, ou se está feliz, ou triste por não conseguir resolver um problema, por exemplo. Os STI já podem inclusive demonstrar afeto para com o aluno, são os “*Affective Intelligent Tutor Systems* (uma evolução de *Intelligent Tutor Systems*): sistemas que reconhecem as emoções dos alunos ou geram emoções para o tutor interagir de forma afetiva com o mesmo” (VICARI, 2017, p. 15). Ainda segundo a autora,

Os **Sistemas Afetivos/Emocionais** detectam ou expressam emoções e podem reconhecer estados afetivos, como alegria, tristeza, frustração, desânimo, humor etc. Esses sistemas são desenvolvidos utilizando-se de várias tecnologias da IA, como a representação do conhecimento e/ou reconhecimento de padrões. Atualmente, essa tecnologia permite que robôs possam captar e transmitir emoções (ex.: Robô NAO). A tendência na Educação é que essa tecnologia permitirá que as máquinas captem e traduzam os diferentes estados afetivos dos alunos e utilizem as informações para personalizar o seu processo de aprendizagem. Ainda, os sistemas computacionais podem gerar emoções para a comunicação com os estudantes. **Sistemas Tutoriais Inteligentes Afetivos** já utilizam esta tecnologia, embora ainda em estágio experimental (VICARI, 2017, p. 31).

Segundo Tavares *et al.* (2020, p. 48701) as pesquisas com STI têm evoluído há algumas décadas e, por isso, já são bem aceitos como “assistentes curriculares”. Dentre os benefícios do uso desta tecnologia, os autores destacam

1) apresentar instrução individualizada que permite que todos os alunos acessem o mesmo currículo com diferentes pontos de entrada e tarefas de aprendizado que são adaptadas às necessidades dos alunos; (2) capacitar os alunos a atingirem níveis de proficiência similares de maneira mais eficiente; e (3) A partir de um design apropriado, o ITS pode capacitar professores a se concentrarem em um pequeno subconjunto de alunos que precisam de ajuda extra (TAVARES *et al.*, 2020, p. 48702).

De acordo com Gatti (2019, p. 54) os STI podem incluir diversas ferramentas adaptativas como identificar estados afetivos e cognitivos do aluno para utilizar isso a favor da aprendizagem; usar do diálogo com o aluno para envolvê-lo em questões que exigem discussão ou questões e respostas; promover a reflexão e autoconsciência; usar narrativas de percurso para aumentar o engajamento e a motivação do aluno; simular situações sociais para que o aluno compreenda melhor normas culturais e sociais.

Os STI também já são desenvolvidos para trabalhar aliados com outras tecnologias como *Intelligent Tutoring Systems* com Processamento de Língua Natural (PLN) que permite a compreensão de língua humana e até tradução simultânea se for o caso, bem como reconhecimento e correção de textos escritos; *Intelligent Tutoring Systems* integrado à Internet das Coisas (IoT) que busca integrar objetos físicos à internet oportunizando interessantes experiências sensoriais e simulações aos estudantes.

Para Gatti (2019, p. 54), o uso de STI pode contribuir também com pesquisas sobre o processo de aprendizagem ao gerar dados que dão pistas de como funcionam os mecanismos de aprendizagem dos alunos.

O uso de STI's pelos professores é bastante interessante, pois permite o mesmo avaliar o desempenho de seus alunos através de métodos estatísticos obtidos com a utilização deste tipo de ferramenta. Além de fornecer parâmetros que facilitem detectar as falhas conceituais tanto em aulas presenciais quanto das não presenciais. Os sistemas tutores também são utilizados para o ensino à distância. Onde o aluno poderá cursar uma disciplina de forma não presencial, permitindo que as Universidades ampliem sua área de atuação e levem o conhecimento até o aluno (POZZEBON *et al*, 2004, p. 8).

Os STI possibilitaram o surgimento do ensino adaptativo ou aprendizagem personalizada utilizando IA. “Ensino Personalizado é a estratégia de ensino-aprendizagem utilizada por Sistemas Tutores Inteligentes, em contraponto ao ensino colaborativo” (VICARI, 2018, p. 30). Ainda segundo a autora “o ensino personalizado ingressa por Sistemas Tutores Inteligentes e que a tendência aponta para sua utilização também em LMSs e MOOCs” (VICARI, 2018, p.30). De acordo com Gatti (2019, p. 54) dentro das plataformas adaptativas “são oferecidas aulas, atividades e o aluno é acompanhado em todos os processos, a sistematização e análise dos dados coletados é repassada ao professor da escola que acompanha o processo do aluno e tem liberdade e dados para tomar suas decisões.” Para Tavares *et al.* (2020, p. 48702) “no contexto pedagógico, uma aprendizagem adaptativa visa usar tecnologia para atender as necessidades individuais de aprendizagem dos discentes.” Ainda segundo a autora estas plataformas podem funcionar como suporte quando são utilizadas dentro do ambiente escolar ou como auxílio aos alunos com maior dificuldade dando ao professor dados para tomada de decisão em relação à aprendizagem do mesmo.

Essas plataformas de ensino têm crescido em número e qualidade. Segundo Gatti (2019, p. 55):

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” (GATTI, 2019, p. 55)

Essa popularização das plataformas adaptativas pode ser explicada, em parte, pelo fato de que aprendizagem adaptativa está relacionada com os estilos de aprendizagem, como explica Tavares (2020). Cada aluno aprende de uma forma específica, alguns têm facilidade de aprender lendo, outros ouvindo, outros ainda assistindo a um vídeo. Assim, ao trabalhar em um ambiente adaptado ao seu estilo de aprendizagem, muitos alunos que apresentavam dificuldade conseguem aprender e apresentar bons resultados. “Neste sentido, há o desenvolvimento de vários projetos que procuram desenvolver soluções tecnológicas com base em IA para identificar os perfis de aprendizagem do aluno e/ou promover uma trilha de aprendizagem adaptativa às suas necessidades” (TAVARES, 2020, p. 48703).

No Brasil, merece destaque a utilização desta tecnologia na Pinacoteca de São Paulo, onde a tecnologia *Watson*, alimentada por *Big Data* e utilizando *machine learning* é capaz de simular diálogo com os visitantes do museu. Assim, o próprio “guia virtual” do museu é capaz de responder às dúvidas dos visitantes e dar informações sobre o acervo disponível.

A modalidade de ensino à distância tem muito a se beneficiar com o desenvolvimento de tecnologias de ensino personalizado. Para a IA aplicada à Educação tem o potencial de melhorar o ensino *on-line* por meio dos *softwares* de aprendizagem adaptativa (personalização do ensino)” (VICARI, 2018, p. 41).

2.3.1.2 Mineração de Dados

“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.” (GATTI, 2019, p. 57). Para Tavares *et al.* (2020, p. 48704) a Mineração de Dados (*Data Mining*) se apresenta “como uma abordagem de busca em grandes bancos de dados que permite a exploração e a descoberta de informações que podem revelar estruturas de conhecimento.” Ainda segundo o autor, a Mineração de Dados consiste na preparação e extração de conhecimento em meio a grande quantidade de dados de modo sistemático, interativo e iterativo.

Considerado um como assunto interdisciplinar, uma definição comumente compartilhada para Data Mining consiste no processo de descoberta de “modelos” para elucidar os padrões significativos, apresentar novas perspectivas. Data Mining trata da solução de problemas com base na análise de dados presentes em um banco, como por exemplo, analisar padrões de comportamentos de clientes ou estudantes (TAVARES *et al.*, 2020, p. 48704)

Portanto, é uma ferramenta de extrema utilidade na educação, subsidiando os profissionais da área na tomada de decisões a respeito das carências, necessidades de melhoria e potencialidades dos sistemas de ensino e até o desempenho de alunos específicos ao longo da sua vida estudantil. “A mineração de dados é uma ferramenta importante em *softwares* de gestão e avaliação, pois podem fornecer métricas e relatórios precisos, oferecendo dados para acompanhamento da rotina escolar, por exemplo.” (GATTI, 2019, p. 57). Ainda segundo a autora, a análise de dados do aluno como frequência, atrasos e engajamento nas disciplinas podem ajudar a identificar previamente possível abandono de curso, resultados abaixo do esperado e permitem intervir na situação.

Os dados coletados, quando em grande quantidade e qualidade, podem ainda compor uma rede neural que é um conjunto de dados (*big data*) utilizado em ferramentas que funcionam com Aprendizagem da Máquina (*machine learning*). Essas ferramentas podem intervir no processo educacional e auxiliar na adequação do conteúdo às dificuldades do estudante, desenvolver tutores virtuais mais especializados para atender determinada demanda, moderação inteligente. Enfim, todos esses dados “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” (GATTI, 2019, p. 55).

2.3.1.3 Realidade Aumentada e Realidade Virtual

A definição de Realidade Aumentada é dada por Vicari (2018, p. 36):

Realidade Aumentada é uma tecnologia utilizada para unir o mundo real com o virtual, através da utilização de um marcador, *webcam* ou de um *smartphone* (IOS ou Android). Visa, assim, a inserção de objetos virtuais no ambiente físico, mostrados ao usuário em tempo real. A Realidade Aumentada permite que pequenos componentes de uma figura, por exemplo, o corpo humano, sejam ampliados e visualizados em detalhe, com o simples gesto de apontar a lente da câmara fotográfica de um celular para o ponto desejado da figura (VICARI, 2018, p. 36).

A mesma autora define Realidade Virtual como sendo

uma tecnologia de interface humano computador avançada. Seu objetivo é recriar ao máximo a sensação de realidade para o usuário. Para isso, a interação é realizada em tempo real, com o uso de técnicas e de equipamentos computacionais que ajudam na ampliação do sentimento de presença no usuário. A Realidade Virtual já vem sendo utilizada no ensino da Medicina, por exemplo, e também em *Serious Games*. Também é utilizada para simular visitas a espaços (edifícios, museus etc.). Em muitos casos, é criado um personagem virtual (avatar) que representa o usuário. Este se locomove virtualmente e interage com o meio através de seu avatar (VICARI, 2018, p. 52).

Essas tecnologias são muito úteis, por exemplo, em ciências humanas como História e Geografia, permitindo ao aluno manipular artefatos históricos ou visitar virtualmente ambientes distantes. Museus utilizam desta tecnologia para oferecer ao visitante uma experiência de imersão em determinada cultura que viveu em épocas distantes. Para que o uso destas tecnologias seja possível é necessário a utilização de outras ferramentas como óculos inteligentes, fones de ouvidos, sensores (ópticos, magnéticos, infra vermelhos), GPS.

Entre os principais benefícios da utilização desta ferramenta na educação temos que “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” (GATTI, 2019, p.56).

O aperfeiçoamento da Realidade Virtual e da Realidade Aumentada tem proporcionado o surgimento de uma outra tecnologia: o metaverso. O metaverso é um mundo virtual no qual as pessoas poderão interagir socialmente entre si como se estivessem no mundo real. Nesse ambiente virtual, a pessoa, com um avatar, será capaz de estudar, fazer negócios, trabalhar, socializar, etc.

2.3.1.4 *Serious Games* (SGs)

Os jogos antes utilizados apenas para entreter, atualmente tem cada vez mais se expandido para espaços mais sérios, por isso “Jogos Sérios”. Todos já conhecem a potencialidade da gamificação no ensino. Os *Serious Games* devem ser vistos como um estágio avançado do uso desta tecnologia em sala de aula. Apesar da finalidade dos *Serious Games* (Jogo Sério) não ser prioritariamente a educação básica, uma parte destes jogos já tem sido usada com este fim, conforme Vicari (2017) afirma:

Como os Jogos Sérios utilizam tecnologias mais sofisticadas para a sua construção, como IA, Realidade Virtual e Realidade Aumentada, entre outras, o custo de seu desenvolvimento é ainda muito caro. Daí o fato de seu caminho ter seguido para o entretenimento ou para aplicações no ensino superior, como na área da saúde, especialmente na Medicina. Atualmente, podemos encontrar Jogos Sérios como parte de atividades de STIs, pois são sistemas de IA. (...) No entanto sua existência no contexto educacional, no estágio atual, tende a ser independente, isto é, desvinculada de sistemas educacionais (VICARI, 2017, p. 27).

Esse tipo de jogo tenta reproduzir ao máximo a realidade para o aluno, utilizando a Realidade Virtual e a Realidade Aumentada, unindo o mundo real com o virtual. “Os *Serious Games* (uma evolução de *Game-Based Learning*): jogos eletrônicos que têm como principal objetivo treinar pessoas” (VICARI, 2017, p. 15) são muito usados no ambiente militar, médico, industrial, corporativo, engenharias, político, comunicacional, marketing e outras mais. O objetivo é a simulação em forma de jogo de problemas reais no mundo virtual. Na educação a resolução de problemas utilizando esses jogos “pode trazer benefícios ao estudante como aprimoramento da memorização em desenvolvimento da frequência de interações entre um jogo e um ambiente realista, fornecendo contexto para aprendizagem” (TAVARES *et al.*, 2020, p. 48705).

Os SGs apresentam conceitos para desenvolver competências, construir conhecimentos e promover atitudes em situações reais ou simuladas. De modo a explorar a simulação e a visualização de tecnologias, os SGs são

capazes de contextualizar a experiência do jogador com desafios em ambientes realistas, apoiando a cognição com apresentação de situações com propósitos lúdicos (TAVARES *et al.*, 2020, p. 48704).

Assim como os STI, os SG's podem se aliar a outras tecnologias de IA melhorando ainda mais a experiência do estudante. De acordo com Vicari *et al.* (2017, p. 52) temos SG's integrado com realidade virtual e realidade aumentada recriando ao máximo a realidade no mundo virtual; SG's integrado à STI que buscam manter o interesse do aluno no desenvolvimento das atividades e SG's que se utilizam dos *Affective Intelligent Tutor Systems* que levam em consideração afetos e a cognição dos alunos ao processar as informações. “Em Serious Games educacionais, os desafios são garantir que a IA do jogo ofereça suporte aos objetivos educacionais e que possa introduzir funções da IA na Educação, de acordo com a demanda, sem comprometer os princípios de design de jogos, para maximizar a promoção do aprendizado” (TAVARES *et al.*, 2020, p. 48705).

2.3.1.5 *Massive Open Online Courses* - MOOCS

Os *Massive Open Online Courses* (MOOCS) são cursos *on-line*, abertos, feitos para alcançar um grande público. Através da IA o conteúdo é transmitido para milhares de pessoas que também são avaliadas por meio de IA. “A pedagogia do MOOC é puramente didática: conteúdo+questionário. É o modelo familiar de conferência ou educação a distância. Contudo, no caso dos MOOC, já não há um conferencista ou professor ou tutor: os instrutores humanos são substituídos pela IA” (HARASIM, 2015, p. 26). A autora ainda explica que o funcionamento do curso se dá por meio de vídeo aulas que apresentam o conteúdo ao aluno que deve responder um questionário sobre o conteúdo assistido. Os questionários são nivelados por *softwares* de IA. “Essa abordagem é também conhecida como *courseware*: uma instrução sem instrutor. Os MOOC objetivam agora chegar ao pós-médio e ao Ensino Superior” (HARASIM, 2015, p. 29).

Além de cursos de curta duração, Vicari (2017, p. 50) aponta algumas tendências dos MOOCS, a saber: MOOCS com personalização do ensino utilizando STI, MOOCS com Processamento de Língua Natural (PNL) em cursos de língua estrangeira facilitando o intercâmbio e oferecendo tradução em tempo real, MOOCS

com visão computacional que reconhece imagens e pessoas e MOOCS que integram IoT e visão computacional. A autora também analisa que

Atualmente, os *Massive Online Open Courses* (MOOCs) oferecem cursos grandes e a tendência é que, a curto prazo, eles diminuam o conteúdo através do oferecimento de cursos divididos em módulos menores, autocontidos e com a possibilidade de serem integrados a aulas presenciais tradicionais. Ou seja, parte do curso poderá ser realizada *on-line* e parte essencial (VICARI, 2017, p. 31).

3 PERCURSO METODOLÓGICO

A técnica de pesquisa básica escolhida para o desenvolvimento deste trabalho foi a pesquisa bibliográfica, na qual selecionamos artigos que tratam da utilização IA na educação, questões éticas do uso de IA e ética em educação e que trazem contribuições para a discussão do tema. Como afirma Marconi e Lakatos (1999) a pesquisa bibliográfica possibilita exame do tema sob novo enfoque ou abordagem favorecendo conclusões inovadoras.

Utilizou-se artigos científicos e dissertações de mestrado selecionados previamente na plataforma Google Acadêmico e *Scielo*. Para a pesquisa dos artigos foram utilizadas as combinações de palavras-chave: 1- ética, inteligência artificial; 2- educação, inteligência artificial; 3- ética, educação. Para selecionar os arquivos optou-se por utilizar apenas artigos publicados em revistas científicas e teses de mestrado em língua portuguesa, com exceção de um relatório da ONU que trata da ética em IA aplicada à área de saúde. Em relação ao ano de publicação do material, optou-se por utilizar trabalhos a partir do ano 2.000 aos dias atuais, uma vez que a utilização de tecnologias de IA, principalmente na educação, é bem recente.

Como critério de inclusão, nos trabalhos que tratavam da utilização de IA na educação, levou-se em consideração trabalhos que descreviam as principais ferramentas de IA na educação, apontando quais são essas ferramentas, como funcionam, benefícios e desvantagens da utilização da mesma. Excluiu-se os trabalhos que não descreviam essas ferramentas e que tratavam do tema de forma generalista, sem aprofundar nas tecnologias envolvidas. Assim, foram selecionadas 10 publicações, sendo 08 trabalhos científicos, 01 relatório e 01 sumário executivo. Nos trabalhos que tratavam a respeito da ética na utilização da IA, considerou-se apenas os trabalhos que tratavam do assunto de uma forma geral, ou seja, trabalhos que apresentavam estudos a respeito das implicações éticas sobre ferramentas específicas de IA como robótica medicinal e IA na agropecuária, foram desconsiderados por não estarem voltadas para a área educacional. Foram então selecionados 08 artigos e uma revista da qual foram utilizados mais 03 artigos, totalizando 11 artigos com temática ética e IA. No total foram analisadas 21

publicações. Após seleção dos trabalhos que atenderam aos objetivos propostos, os mesmos foram lidos na íntegra a fim de fundamentar a pesquisa.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como já vimos até aqui, é inegável que a IA já faz parte do nosso cotidiano e está cada vez mais presente também na área educacional. O foco deste trabalho é não só explicar a presença da IA na educação, mas analisá-la à luz da ética. Quais as implicações éticas que o uso da IA na educação traz? Como utilizar essa tecnologia nos sistemas educacionais sem ferir princípios éticos? E mais, de que maneira a utilização de IA irá afetar a vida dos estudantes e professores no processo de ensino aprendizagem. De acordo com Feinholz e Ang (2018, p. 30) “quanto mais complexo o desenvolvimento tecnológico se torna, mais complexas são as questões éticas levantadas.” Para elucidar essas e outras questões trazemos algumas reflexões sobre a temática.

Inicialmente, trago dois exemplos citados por Valderramas (2020, p. 76-77) de atitudes antiéticas realizadas por máquinas. O primeiro caso é quando o *Google* em 2015 proporcionou aos usuários uma ferramenta inteligente que possibilita o agrupamento de fotos em pastas de acordo com o reconhecimento facial das pessoas nas mesmas. Na ocasião, a foto de uma pessoa negra foi agrupada na mesma pasta com a imagem de um gorila. O segundo exemplo que o autor descreve é de 2016 quando o *Twitter* utilizou uma ferramenta de IA para aprender com os seus usuários e, em apenas um dia (apenas um dia!) a ferramenta se tornou preconceituosa falando mal de judeus e mexicanos. Para o autor isso revela, por um lado o sucesso da capacidade de aprendizagem da máquina, por outro o fracasso do algoritmo que reproduziu os valores de uma sociedade preconceituosa (VALDERRAMAS, 2020, p.76-77). Esses dois exemplos revelam a urgência da discussão ética em torno do uso da IA. “Quando algoritmos de IA se ocupam de trabalho cognitivo com dimensões sociais – tarefas cognitivas anteriormente realizadas por humanos – o algoritmo de IA herda as exigências sociais” (BOSTROM, 2011, p. 202). Portanto, é preciso reconhecer

o potencial de violação aos direitos fundamentais das decisões automatizadas quando tomadas sem o cumprimento de determinados parâmetros éticos e legais que assegurem a sua transparência e controle individual, a participação do indivíduo no âmbito do processo decisório, bem como a correção e atualização das informações que servem como *input* do algoritmo” (DONEDA, 2018, p. 4)

O ponto de partida para compreender as implicações éticas da utilização da IA na educação é o papel do *Big Data* dentro do processo de *machine learning* e *Deep Learning Neural Networks*, uma vez que estes são os instrumentos básicos por trás das principais ferramentas de IA como Tutores Inteligentes, mineração de dados e MOOCS. Os algoritmos são alimentados por *Big Data* para tomada de decisão.

A qualidade da decisão automatizada (“*output*”), baseada em um algoritmo, tem uma correlação direta com a qualidade dos dados que ele processa (“*input*”). Por isso, se o algoritmo se baseia em dados históricos repletos de preconceitos, ele reproduz, de forma automatizada, os mesmos padrões preconceituosos utilizados como base de seu processamento. Assim, é fácil perceber que, se forem utilizados no modelo estatístico dados com alto potencial discriminatório, tais como dados raciais, étnicos ou de orientação sexual, haverá um grande risco de que a decisão que resultará do processo automatizado (*output*) também seja discriminatória (DONEDA *et al.*, 2018, p. 5).

Portanto, se o algoritmo trabalha com dados, esses dados precisam ser confiáveis. Quanto mais confiáveis os dados, melhor o resultado do algoritmo. “Dados não são neutros. Eles registram decisões humanas que são processos de escolhas e tais escolhas podem estar impregnadas de preconceitos. Um sistema inteligente eficiente aprende dos dados tais preconceitos e os consolida” (GARCIA, 2020, p. 21). Portanto, “a imensa quantidade de dados utilizada nas análises de *big data*, assim como a diversidade de fontes, torna difícil assegurar a correção de todos os dados utilizados na análise.” DONEDA *et al.*, 2018, p. 6). Além disso, os dados muitas vezes são considerados sensíveis e sua manipulação é protegida por legislação específica dos países. No Brasil, a legislação a respeito desses dados é bem recente. A Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD – Lei nº 13.709/2018) entrou em vigor em 2021. De acordo com o 2º artigo desta lei,

A disciplina da proteção de dados pessoais tem como fundamentos:

- I - o respeito à privacidade;
- II - a autodeterminação informativa;
- III - a liberdade de expressão, de informação, de comunicação e de opinião;
- IV - à inviolabilidade da intimidade, da honra e da imagem;
- V - o desenvolvimento econômico e tecnológico e a inovação;
- VI - a livre iniciativa, a livre concorrência e a defesa do consumidor; e
- VII - os direitos humanos, o livre desenvolvimento da personalidade, a dignidade e o exercício da cidadania pelas pessoas naturais. (BRASIL, 2018)

Assim, qualquer instituição, empresa, sistema ou programa que capte e trate dados deve observar tais princípios. A violação da lei implica em responsabilização de

quem é o responsável pela violação e/ou exposição de dados. Quando os dados serão utilizados para estudos e pesquisas, a referida lei indica ainda que os dados pessoais, sempre que possível, devem ser anonimizados, especialmente os dados sensíveis que são dados relativos à origem racial ou étnica, convicção religiosa, opinião política, dados referentes a saúde, dado genérico ou biométrico, orientação filosófica ou política. Outro agravante é se os dados são de menores de idade. Na educação, grande parte dos estudantes são menores, portanto, a legislação deve ser ainda mais respeitada para que tais dados não sejam utilizados para fins estranhos à educação.

Os dados coletados em sites, redes sociais, aplicativos, questionários na *internet* são hoje fundamentais para a tomada de decisão de inúmeras empresas e até mesmo do governo, sendo muitas vezes a principal forma de representação das pessoas perante as instituições.

Precisamos estar cientes do fato de que alguns dados, tais quais os gerados na internet, contêm informações que refletem tanto o melhor quanto o pior para a humanidade. Dessa maneira, confiar em um sistema dotado de IA para aprender a partir de seus dados é, em si, insuficiente para assegurar um resultado ético – uma intervenção humana direta seria necessária (FEINHOLZ & ANG, 2018,p. 30).

Numa sociedade vivendo cada vez mais remotamente, os dados se tornaram não só fundamentais, mas também algo de valor sendo considerado o “novo petróleo” na “Quarta Revolução Industrial” na qual estamos atravessando.

As decisões automatizadas, referentes a um indivíduo determinado, que se baseiam em um método estatístico para análise de grande volume de dados e informações, podem ter grande impacto sobre os direitos individuais, especialmente no que se refere à autonomia, igualdade e personalidade (DONEDA, 2018, p. 4).

A questão da coleta e tratamento de dados é tão séria que alguns autores chegam a defender a existência de um estudo ético para o uso destas informações, é o *data ethics* (ética de dados).

A ética de dados, nesse contexto, surge como um instrumento analítico através do qual podemos avaliar e entender melhor os desafios apresentados por essas tecnologias, e também como uma estrutura operacional que nos permite enfrentar esses desafios e chegar a decisões moralmente boas e justificáveis. (...) Nessa linha, a *data ethics* foi definida como um novo ramo da ética, que estuda e avalia problemas morais

relacionados aos dados (incluindo geração, registro, curadoria, processamento, disseminação, partilha e uso), aos algoritmos (incluindo IA, agentes artificiais, *machine learning* e robôs) e à práticas correspondentes (incluindo inovação responsável, programação, *hacking* e códigos profissionais), a fim de formular e apoiar soluções moralmente boas (por exemplo, condutas corretas ou valores adequados) (DONEDA et al, 2018, p. 10).

Quando temos uma educação realizada em parte ou no todo por máquinas, esbarramos numa outra questão fundamental: a responsabilização sobre o que se ensina e quem ensina. Por exemplo, se um professor de história, se utilize da sua autoridade em sala de aula para promover uma ideologia em detrimento de outra, ou para espalhar uma “*fake news*” por considerá-la uma verdade de acordo com os seus princípios, ele deverá ser responsabilizado e sofrer as consequências dos seus atos. Mas, e quando é uma máquina por trás de alguma informação ou conhecimento? Pequeno (2016, p. 42) explica que

A ética, enquanto campo de estudo e reflexão, revela que nossas ações têm efeitos na sociedade e que cada homem deve ser livre e responsável por suas atitudes. De fato, a responsabilidade se constitui como elemento essencial à vida moral do indivíduo. Aliás, o homem só pode ser moralmente responsável pelos atos cuja natureza conhece e cujas consequências ele é capaz de prever (PEQUENO, 2016, p.42).

Ora, se a máquina, apesar de programada e alimentada por mãos humanas, é capaz de aprender sozinha (*machine learning*) com base em milhares de milhares de dados (*big data*) e produzir e reproduzir informações de forma autônoma, a responsabilidade de todo este conteúdo recai sobre quem?

Outro importante critério social para transações em organizações é ser capaz de encontrar a pessoa responsável por conseguir que algo seja feito. Quando um sistema de IA falha em suas tarefas designadas, quem leva a culpa? Os programadores? Os usuários finais? Burocratas modernos muitas vezes se refugiam nos procedimentos estabelecidos que distribuem responsabilidade amplamente, de modo que uma pessoa não pode ser identificada nem culpada pelo resultado das catástrofes (HOWARD, 1994 *apud* BOSTROM, 2011, p. 203).

Para Pequeno (2016, p. 43) a responsabilidade moral do homem exige liberdade de escolha, sem ameaça ou pressão externa, autonomia e depende também “dos elementos naturais que determinam o comportamento humano (impulsos, desejos, paixões) e da livre vontade de cada um.” Isso é impraticável ao analisar o comportamento de uma máquina, uma vez que ela por mais que seja capaz de simular afetos e sentimentos tipicamente humanos não é movida por estes mesmos

elementos naturais que determinam o comportamento humano. Assim concordamos com Valderramas (2020, p. 77) ao afirmar que:

a Inteligência Artificial somente deve ser lançada se seu criador puder explicar seu processo decisório e, em uma escala de requisitos mínimos para melhores padrões, as máquinas devem ser: auditáveis, terem capacidade de articulação dos dados para extrair as informações mais relevantes e, na melhor das práticas, explicar suas razões de decisão bem como considerar novos outputs caso seja fornecido um novo dado sobre a mesma questão. (VALDERRAMAS, 2020, p. 77)

Nessa linha Bostrom (2011, p. 201) reforça que “se tornará cada vez mais importante desenvolver algoritmos de IA que não sejam apenas poderosos e escaláveis, mas também transparentes para inspeção – para citar umas das muitas propriedades socialmente importantes.” Sobre a falta de transparência Doneda *et al.* (2018, p. 6) afirma que é “comum que os algoritmos baseados no processamento de *big data* sejam chamados de *blackbox*, o que denota a obscuridade de seu processo decisório, não só para o indivíduo, como também para autoridades reguladoras e supervisoras.” Além disso o autor assinala que “a verificação da ocorrência de eventual discriminação depende de se saber qual é o *input* do algoritmo ou qual é método estatístico utilizado, o que, muitas vezes, pode estar protegido pelo sigilo empresarial” (DONEDA *et al.*, 2018, p. 6).

Cabe ainda refletir sobre um princípio ético fundamental nas relações humanas que é o princípio da justiça. Genericamente falando,

a justiça é a maneira de se reconhecer que todos são iguais perante a lei (igualdade) e que todos devem receber de acordo com seus méritos, qualidades e realizações (equidade). A justiça é, desse modo, representada pelos princípios de igualdade e equidade (PEQUENO, 2016, p. 44).

Quando a justiça não é praticada, os indivíduos ficam sujeitos à violência, ao desrespeito, à exclusão. Vivemos numa sociedade cada vez mais diversa, portanto, a máquina deve ser capaz de interpretar e considerar também toda a diversidade existente seja de gênero, classe social, étnica, política, cultural. De outra forma, ela apenas reforçaria os preconceitos, exclusões e violências presentes no mundo. “A violência surge quando o homem é tratado como uma coisa, como algo supérfluo ou sem importância” (PEQUENO, 2016, p. 44). O indivíduo que se relaciona com uma máquina para aprender não pode ser tratado como um objeto, uma coisa, um

usuário apenas. “Uma pessoa humana, por outro lado, deve ser encarada não apenas como um meio, mas também como um fim” (BOSTROM, 2011, p. 207). A pessoa humana tem um *status* moral, ela é importante em seu próprio direito. É basicamente por esse princípio que uma máquina (ou outro indivíduo) não pode tratar uma pessoa humana de forma desrespeitosa, violenta, imoral. A educação deve buscar sempre o bem estar do indivíduo, encarando-o como um participante ativo do processo e não apenas um depositário de informações. É acima de tudo um ser humano buscando conhecimento, respostas, suprir uma necessidade. Para evitar toda forma de exclusão e violência na utilização de IA é fundamental

Responsabilidade, transparência, auditabilidade, incorruptibilidade, previsibilidade e uma tendência para não fazer vítimas inocentes gritarem em desamparada frustração: todos os critérios que aplicamos aos humanos que desempenham funções sociais; todos os critérios que devem ser considerados em um algoritmo destinado a substituir o julgamento humano de funções sociais; todos os critérios que podem não aparecer em um registro de aprendizado de máquina considerando o quanto um algoritmo aumenta proporcionalmente para mais computadores. Essa lista de critérios não é, de forma alguma, exaustiva, mas serve como uma pequena amostra do que uma sociedade cada vez mais informatizada deveria estar pensando (BOSTROM, 2011, p. 203).

Em oposição, “é amplamente aceito que os atuais sistemas de IA não têm *status* moral. Nós podemos alterar, copiar, encerrar, apagar ou utilizar programas de computador tanto quanto nos agradar, ao menos no que diz respeito aos próprios programas” (BOSTROM, 2011, p. 208). Portanto, por mais que pessoas mal intencionadas possam utilizar do artifício da autonomia da máquina para ocultar seus erros, a tomada de decisão a respeito do que uma máquina pode ou não realizar ainda está nas mãos do homem. Como afirma Ganascia (2018, p. 9) a autonomia das máquinas

É puramente tecnológica, e nisso corresponde apenas a cadeias materiais de causalidade que vão da coleta de informação à tomada de decisão. Por outro lado, as máquinas não possuem autonomia moral, porque até elas nos confundem e nos enganam no processo de tomada de decisão, não possuem vontade própria e permanecem subjugadas aos objetivos que damos a elas (GANASCIA, 2018, p. 9).

Feinholz e Ang (2018, p. 31) levantam ainda outros questionamentos em torno da ética das máquinas:

Um sistema dotado de IA poderia ser ensinado a ser ético? Alguns filósofos argumentam que algumas experiências – tais como as estéticas e éticas – são inerentes aos seres humanos, então não podem ser programadas.

Outros propõem que a moralidade pode ser aumentada por meio da racionalidade e, dessa maneira, pode ser programada, mas a liberdade de escolha deve ser protegida. Atualmente, não há consenso sobre como a ética e a moralidade podem ser ensinadas, até mesmo para humanos com base apenas em pensamentos racionais, quanto mais com relação à IA. E mesmo se uma IA tenha sido eventualmente programada para ser ética, qual ética utilizamos? Seria esta ética a mesma dos desenvolvedores? Já que o desenvolvimento de IA é principalmente dirigido pelo setor privado, é necessário considerar a possibilidade de que a ética do setor privado possa ser inconsistente com a ética da sociedade (FEINHOLZ & ANG, 2018, p. 31).

Kaufman (2021, p. 76) elenca ainda outras questões éticas que devem ser observadas ao se utilizar IA e que consideramos pertinentes também serem levadas em conta quando se utiliza de IA na educação:

O primeiro conjunto de questões éticas abarca, dentre outras externalidades negativas, a ameaça ao aparente “livre-arbítrio” dos indivíduos, na medida em que os algoritmos de IA são capazes de extrair dos dados conhecimento inédito sobre os usuários das plataformas e dispositivos tecnológicos e, com base nesse conhecimento, prever e elaborar estratégias para influenciar, alterar e/ou manipular o comportamento humano; a ameaça à privacidade por conta da disseminação dos sistemas de monitoramento e vigilância com o uso de técnicas de reconhecimento facial; as *deep fakes* e sua capacidade de distorcer imagem e voz, simulando falas, imagens e vídeos de pessoas reais com forte aproximação da realidade; e o deslocamento do trabalhador humano por sistemas inteligentes mais rápidos e mais eficientes e a um custo menor (KAUFMAN, 2021, p. 76).

Outro temor a respeito da utilização da IA é a substituição de mão de obra humana por máquinas. Sobre isso, Ganascia (2018, p. 9) afirma que “se examinarmos a realidade, veremos que o trabalho (feito por humanos) não está desaparecendo, muito pelo contrário, está mudando e demandando novas habilidades.” Portanto, é fundamental que profissionais da educação recebam formação condizente para o uso desta tecnologia. No Brasil, vemos que muitos professores ainda encontram muita dificuldade com o uso de tecnologias de primeira geração, que não utilizam IA. Assim, desenvolver competências e habilidades para a utilização de IA em sala de aula será fundamental para que esta tecnologia seja incorporada no cotidiano educacional e produza resultados esperados. E essas competências não se restringem aos educadores e demais profissionais da educação, devem se estender também aos alunos que a utilizam como afirma Loble (2018, p. 35)

É fundamental que os educadores estejam no comando com relação ao projeto e ao desenvolvimento de sistemas baseados em IA. Professores e líderes escolares devem fazer o papel crítico ao definir um propósito claro para a IA em sala de aula, e serem treinados para entender e utilizá-la de maneira eficaz. Estudantes também devem se envolver nas decisões sobre

o uso destas tecnologias, e educados sobre as estruturas éticas que acompanham seu uso. Seus futuros dependerão das políticas e abordagens adotadas neste momento (LOBLE, 2018, p. 35).

Para Azoulay (2018, p. 38) a educação precisa ser repensada para preparar as gerações futuras ao novo ambiente de trabalho que a IA está criando. O foco deve ser a matemática, ciência, tecnologia e engenharia, “além de oferecer um lugar de destaque para a área de humanas e as competências de filosofia e ética.” Muitos estudiosos e especialistas em Tecnologia da Informação e educação concordam que a substituição de mentores, ainda que remotos, por IA depende da discussão sobre as implicações éticas. “Sendo assim, da mesma forma que se estabeleceu a confiança em realizar um pagamento *online*, deve haver a confiança dos usuários para utilizar sistemas remotos no sentido educacional” (SILVEIRA & VIEIRA JUNIOR, 2019, p. 207).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As discussões éticas em torno da utilização da IA, embora já existente em áreas como medicina, ainda carece de aprofundamento quando se trata da educação. Como é uma disciplina que perpassa todas as áreas, os princípios éticos são os mesmos quando aplicados à educação: moralidade, justiça, legalidade, empatia, valorização da pessoa, respeito são alguns desses princípios que devem ser observados ao utilizar a IA na educação.

Constata-se que um dos principais pontos de atenção a respeito da IA aplicada à educação é a coleta, tratamento e manipulação de dados. Como a IA depende de *big data*, o cuidado com a mineração de dados é crucial se queremos desenvolver ferramentas de IA para atender a educação. Não deve-se permitir que preconceitos humanos sejam perpetuados e difundidos também no mundo digital. Portanto, é fundamental o cuidado com a manipulação de dados, com a programação do algoritmo e também a formação ética dos profissionais por trás dessa programação.

O cuidado com a manipulação de dados deve ser observado não somente pelos profissionais de programação, mas também pelo Estado que deve garantir uma legislação que regulamente esse processo, principalmente quando se trata da responsabilização criminal sobre qualquer incidente causado por dados com vieses preconceituosos. Além disso, as ferramentas de IA que tomam decisões baseadas nesses dados devem ser passíveis de auditoria caso erros ocorram.

Por outro lado, temos o indivíduo que irá se utilizar da IA, seja ensinando ou aprendendo. No caso de professores, percebe-se a necessidade de formação e preparo para a utilização dessas ferramentas. Além, é claro, de uma formação ética destes. Assim como as demais TDIC's transformaram a forma de ensinar, a IA transformará profundamente o *modus operandi* desses profissionais. Enquanto isso, os alunos, como centro do processo educativo, merecem atenção especial quando se trata da utilização da IA. Embora seja uma máquina "ensinando", o aluno não pode ser visto como um robô já pré-formatado. Cada ser humano é único e assim deve ser encarado, sem generalizações. Quando reduzimos a singularidade de cada ser humano a uma programação ou um conjunto de dados corremos o risco de

desconsiderar as particularidades individuais como dificuldades de aprendizagem, emoções, sentimentos que interferem no processo de aprendizagem.

Por fim, consideramos a utilização da IA na educação como algo promissor. Sem cair no erro do otimismo cego com a IA ou no medo injustificado de que a IA pode até mesmo vir a ser inimiga da humanidade, as ferramentas que utilizam IA já são uma realidade presente na educação que prometem apresentar soluções para aprendizagem autônoma, reforço escolar, criatividade e inovação no ensino, tomada de decisões pedagógicas com base na mineração de dados, entre outras. Apesar dos riscos que seu mau uso oferecem, os benefícios da sua utilização com responsabilidade e ética são incomparavelmente superiores.

REFERÊNCIAS

AZOULAY, Audrey. Aproveitando o melhor da IA. **Correio da Unesco**, Paris, n. 3, p. 29-31, set. 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Lei de 20 de dezembro de 2017. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 20 de dezembro de 2017. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>>. Acesso em: 25 mai. 2022.

BRASIL. **Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD)**. Lei nº 13.709 de 14 de agosto de 2018. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/113709.htm>. Acesso em: 27 jul. 2022.

BOSTROM, Nick; YYDKOWSKY, Eliezer. A ética da inteligência artificial. **Fundamento**, n. 3, 2011. Disponível em: <<https://periodicos.ufop.br/fundamento/article/download/2270/1722>>. Acesso em: 27 jul. 2022.

COINS 2019. **Ferramentas de Inteligência Artificial que você pode começar a usar hoje mesmo!** 2019. Congresso Internacional de Secretariado. Disponível em: <https://congressocoins.com.br/ferramentas-de-inteligencia-artificial-que-voce-pode-comecar-a-usar-hoje-mesmo/>. Acesso em: 12 ago. 2022

D'ARC, Tânia. **O que é inteligência artificial:** 16 exemplos no seu dia a dia. 16 exemplos no seu dia a dia. 2022. Disponível em: <<https://www.smarthint.co/o-que-e-inteligencia-artificial-exemplos/>>. Acesso em: 27 jul. 2022.

DONEDA, Danilo C. M.; MENDES, Laura S.; SOUZA, Carlos A. P.; ANDRADE, Noberto N. G. Considerações iniciais sobre inteligência artificial, ética e autonomia pessoal. **Pensar-Revista de Ciências Jurídicas**, v. 23, n. 4, p. 1-17, 2018. Disponível em: <<http://periodicos.unifor.br/rpen/article/view/8257>>. Acesso em: 28 jul. 2022.

FEINHOLZ, Dafma; ANG, Tee Wee. Trabalhando para, e não contra a humanidade. **Correio da Unesco**, Paris, n. 3, p. 29-31, set. 2018. Trimestral.

GANASCIA, Jean-Gabriel. INTELIGENCIA ARTIFICIAL: entre o mito e a realidade. **Correio da Unesco**, Paris, n. 3, p. 7-9, set. 2018. Trimestral.

GARCIA, Ana Cristina. Ética e inteligência artificial. **Computação Brasil**, n. 43, p. 14-22, 2020. Disponível em: <<https://sol.sbc.org.br/journals/index.php/comp-br/article/view/1791>>. Acesso em: 18 jul.2022.

GATTI, Francielle Nogueira. **Educação básica e inteligência artificial: perspectivas, contribuições e desafios**. 2019. Disponível em: <<https://repositorio.pucsp.br/handle/handle/22788>>. Acesso em: 26 jul.2022.

HARASIM, Linda. Educação online e as implicações da inteligência artificial. **Revista da FAEBA-Educação e Contemporaneidade**, v. 24, n. 44, p. 25-39, 2015.

Disponível em:

<<https://www.revistas.uneb.br/index.php/faeeba/article/download/12091/8110>>.

Acesso em: 20 jul. 2022.

JOHANN, Jorge Renato. **EDUCAÇÃO E ÉTICA**: em busca de uma aproximação. Porto Alegre: Edipucrs, 2009. 130 p.

KAUFMAN, Dora. Inteligência Artificial e os desafios éticos: a restrita aplicabilidade dos princípios gerais para nortear o ecossistema de IA. **PAULUS: Revista de Comunicação da FAPCOM**, v. 5, n. 9, 2021. Disponível

em:<<https://fapcom.edu.br/revista/index.php/revista-paulus/article/view/453>>. Acesso em: 19 jul. 2022.

LOBLE, Leslie. Aprendendo a viver na era da IA. **Correio da Unesco**, Paris, n. 3, p. 34-35, set. 2018. Trimestral.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

ONU. Ethics and governance of artificial intelligence for health: WHO guidance. Geneva: World Health Organization; 2021.

ORACLE BRASIL. **INTERNET DAS COISAS**. Disponível em:

<https://www.oracle.com/br/internet-of-things/what-is-iot/>. Acesso em: 12 ago. 2022.

PARREIRA, Artur; LEHMANN, Lúcia; OLIVEIRA, Mariana. O desafio das tecnologias de inteligência artificial na Educação: percepção e avaliação dos professores.

Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação, v. 29, p. 975-999, 2021.

Disponível em:

<<https://www.scielo.br/j/ensaio/a/nM9Rk8swvtDvwWNrKCZtjGn/?format=html>>.

Acesso em: 26 jul. 2022.

PEQUENO, Marconi Jose Pimentel (org.). ÉTICA, EDUCAÇÃO E DIREITOS HUMANOS. In: FERREIRA, Lúcia de Fátima Guerra *et al* (org.). **EDUCANDO EM DIREITOS HUMANOS**: fundamentos histórico-filosóficos e político-jurídicos. João Pessoa: Ufpb, 2016. Cap. 4. p. 41-45. Disponível em:

<<http://www.cchla.ufpb.br/ncdh/wp-content/uploads/2017/04/EducandoEmDireitosHumanosV1.pdf>>

> Acesso em: 25 jul. 2022.

POZZEBON, Eliane; FRIGO, Luciana Bolan; BITTENCOURT, Guilherme.

Inteligência artificial na educação universitária: quais as contribuições. **Revista do Centro de Ciências da Economia e Informática da Universidade da Região da Campanha Urcamp**, Editora da URCAMP-EDIURCAMP, v. 8, n. 13, p. 34-41, 2004.

Disponível em: <<https://www.academia.edu/download/43752013/pozzebon04.pdf>>

Acesso em: 20 jul. 2022.

SEMENSATO, Márcia Rejane; FRANCELINO, Luciana de Aguiar; MALTA, Luciano Santos. O uso da inteligência artificial na educação à distância. **Revista Cesuca Virtual: Conhecimento sem Fronteiras-ISSN**, v. 2318, n. 4221, p. 29-40, 2015.

Disponível em:

<<https://scholar.archive.org/work/7ayennzairhrpccftgm7vix3u/access/wayback/http://ojs.cesuca.edu.br/index.php/cesucavirtual/article/download/935/714>>. Acesso em: 26 jul. 2022.

SILVA, Maria da Graça Moreira da; GONSALES, Priscila. **Possibilidades da inteligência artificial na educação**. Sao Paulo: Puc, 2017. 30 p. Disponível em:

<<https://www.ibm.com/ibm/responsibility/br-pt/downloads/e-book-IA-na-educacao.pdf>> Acesso em: 26 jul. 2022.

SILVEIRA, A. C. J.; VIEIRA, N. J. A inteligência artificial na educação: utilizações e possibilidades. **Revista interterritórios. Universidade Federal de Pernambuco**, v. 5, 2019. Disponível

em:<<https://periodicos.ufpe.br/revistas/interritorios/article/view/241622>>. Acesso em: 26 jul.2022.

SIQUEIRA, Andressa. Robô de investimento: tudo o que você queria saber sobre essa tecnologia. tudo o que você queria saber sobre essa tecnologia. 2019. **Blog Magnetis**. Disponível em: <https://blog.magnetis.com.br/robo-de-investimento/>. Acesso em: 12 ago. 2022.

TAVARES, Luis Antonio; MEIRA, Matheus Carvalho; DO AMARAL, Sergio Ferreira. Inteligência Artificial na Educação: Survey. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 48699-48714, 2020. Disponível em:

<<https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/13539>>. Acesso em: 20 jul. 2022.

UNESCO. Inteligência artificial: entre o mito e a realidade. **O correio da Unesco**. Paris, 2018. Número 03. Julho-Setembro 2018.

VALDERRAMAS, Edgard. A ética como um dos desafios da Inteligência Artificial. In: **Anais do V Workshop sobre Aspectos Sociais, Humanos e Econômicos de Software**. SBC, 2020. p. 71-80. Disponível em:

<<https://sol.sbc.org.br/index.php/washes/article/view/11199>>. Acesso em: 26 jul. 2022.

VICARI, Rosa Maria. SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL. Departamento Nacional. Tendências em inteligência artificial na educação no período de 2017 a 2030: **Sumário Executivo / Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, Serviço Social da Indústria**. Brasília: 2018.