



FACULDADE DE TECNOLOGIA, CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO
Graduação

GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA COMPUTAÇÃO

**Estudo Analítico do Uso da Aprendizagem de Máquina Aplicada à Ferramentas
de Apoio ao Ensino de Crianças com Espectro Autista**

Luís Tiago Pavão
Adinovam H. M. Pimenta (Orientador)

RESUMO

As crianças com espectro autista possuem características que as diferenciam da demais como, por exemplo, a falta de interesse por interação social, falta de concentração, intolerância a um grande volume de informações passadas ao mesmo tempo, etc. Este trabalho propõe fazer uma revisão da literatura sobre o uso das técnicas de aprendizado de máquina aplicadas ao apoio pedagógico destas crianças, identificando quais as técnicas mais utilizadas e como estão sendo utilizadas. Este trabalho concluiu que existe uma escassez de trabalhos com este foco. Identificou-se, também, que o foco tecnológico dado a este público com o uso da IA vem principalmente por meio da área da robótica, e não da área de aprendizado de máquina.

Palavras-chave: Educação especial, aprendizado de máquina, autismo.

ABSTRACT

Children with autistic spectrum have resources that differ from others, for example, lack of interest in social interaction, lack of concentration, intolerance and a large amount of information passed at the same pace, etc. literature on the use of machine learning techniques applied to these children's pedagogical support, identifying which techniques are most commonly used and how they are being used. This completed work is that there is a dearth of work with this focus. It was also identified that the technological focus given to this audience using AI comes mainly from the robotics area and not from the machine learning area.

Keywords: Special education, machine learning, autism.

Introdução

Com o constante avanço tecnológico e a importância de se ter acesso às informações, é possível perceber que os sistemas computacionais se tornaram relevantes e fundamentais para que o processo de busca de informações se tornasse mais eficaz, principalmente por meio da utilização de elementos como a internet e programas específicos, bem como na esfera escolar.

Partindo desse pressuposto, nas últimas décadas os elementos tecnológicos passaram a fazer parte das escolas, como a Inteligência Artificial (IA), principalmente no que se refere ao uso de métodos voltados para o ensino e aprendizagem que promovem resultados significativos para os alunos, dando ênfase aos que fazem parte da Educação Inclusiva, como no caso dos autistas. Nesse contexto, a utilização da

Inteligência Artificial permitiu que fossem criadas inúmeras técnicas, como os sistemas especialistas, redes neurais e sistemas *fuzzy*, para facilitar a aprendizagem dos alunos, em especial para os que possuem o Transtorno do Espectro Autista (TEA).

De maneira geral, o TEA pode ser entendido como um quadro de transtorno invasivo do desenvolvimento, representado principalmente pela condição do déficit em interesses e atividades, e dificuldades organizacionais, de comunicação e interação social, que pode ser facilmente observado na vida escolar dos alunos. Nesse contexto, a inclusão de alunos com TEA demanda uma série de especificidades, tais como a utilização da Inteligência Artificial para sanar as adversidades relacionados ao autismo e contribuir para que os alunos consigam ter uma aprendizagem de qualidade.

Sabe-se que os alunos autistas possuem uma intensa dificuldade de sociabilização e de comunicação, fatores que estão diretamente ligados à aprendizagem do conteúdo que está sendo transmitido pelo educador. Nesse cenário, os educadores, dentro da prática pedagógica, atuam de forma que as estratégias de intervenção corrijam somente as dificuldades comportamentais em primeiro lugar e, conseqüentemente, elevar o rendimento educacional com os alunos.

Partindo desse pressuposto, a IA vem como uma ferramenta que permite que a aprendizagem dos alunos autistas ocorra por meio da interação direta deles com o conteúdo, despertando seu interesse por meio do atendimento das demandas que o transtorno provoca, tais como a inserção da ludicidade, despertar da confiança do aluno no sistema de IA, assim como o desenvolvimento psicomotor.

Frente ao exposto, esse trabalho se justifica pela necessidade de se compreender de que forma a inteligência artificial atua de maneira significativa para a aprendizagem e inclusão de alunos com autismo na escola regular, dada as especificidades inerentes ao transtorno que prejudica a fala e a interação social do aluno, assim como a concentração e o interesse frente ao conteúdo que está sendo ensinado.

Nesse contexto, a IA, por meio das suas técnicas, contribui para o despertar da atenção do aluno autista, contribuindo para que ele interaja com os demais alunos e participe ativamente na construção do seu conhecimento. Além disso, o tema desse estudo se faz relevante pela ausência de trabalhos acerca do tema, fator que justifica a importância de se promover pesquisas mais aprofundadas sobre o papel da IA frente à aprendizagem e inclusão dos alunos com TEA.

Como objetivo geral, esse estudo visa identificar de que forma a inteligência artificial pode contribuir para a aprendizagem dos alunos com Transtorno do Espectro Autista. Para tanto, buscou-se, como objetivos específicos, descrever os aspectos gerais que cerceiam a área da Inteligência Artificial; discorrer sobre as ferramentas da Inteligência Artificial na Educação; e abordar sobre as contribuições que a IA apresenta para a aprendizagem dos alunos com autismo.

Assim sendo, a metodologia utilizada foi a pesquisa bibliográfica, mediante análise de diversos estudos publicados em livros e artigos científicos acerca do tema. As pesquisas tiveram como base os termos: IA Autismo; IA e a Educação; Educação Inclusiva e Tecnologia e Autismo, além do parâmetro temporal dos últimos 15 anos, a fim de se promover um entendimento mais amplo acerca da evolução do tema. Assim sendo, foram levados em consideração todos os fenômenos que possuíam relação com os objetivos propostos, desconsiderando os que não eram relevantes ou que não tinham embasamento científico, assegurando, dessa forma, a veracidade dos dados relatados no decorrer do trabalho.

2 Inteligência Artificial e a Educação de Alunos com Autismo

Sabe-se que com o constante avanço tecnológico, inúmeros instrumentos têm sido utilizados dentro do contexto educacional, buscando melhorar a qualidade do processo de ensino-aprendizagem dos alunos. Partindo desse cenário, compreende-se que o computador é a tecnologia mais usada no ambiente escolar nas últimas

décadas, demonstrando ser uma ferramenta de auxílio na prática pedagógica (DONEDA et. al., 2018).

Nesse contexto, Aguiar e Hermosilla (2017) dizem que com a motivação de se realizar novas pesquisas sobre o papel da tecnologia na Educação e automatizar o processo educacional permitiu que surgissem aplicações que utilizam a Inteligência Artificial (IA) para facilitar a aprendizagem dos alunos, principalmente dos que possuem o Transtorno do Espectro Autista (TEA), que, em sua essência, prejudica uma série de fatores relevantes para os alunos dentro do processo de ensino-aprendizagem.

Acerca de alguns exemplos dessas aplicações, Aguiar e Hermosilla (2017), citam os seguintes projetos que utilizam a IA e que representam as novas tecnologias computacionais voltadas como ferramenta de suporte do aprendizado, e que têm sido utilizadas no Brasil e no mundo, tais como:

- Projeto Museu Virtual: aplicação da realidade virtual dentro do ensino colaborativo na internet. Nesse projeto, visa-se desenvolver uma ferramenta de autoria que permite a construção colaborativa de museus de realidade virtual;
- *Multi Cooperative Environment* (MCOE): é um ambiente permeado pelo jogo educacional onde aparecem inúmeros problemas ao longo de uma sessão de trabalho com dois alunos, para que eles os solucionem mediante utilização do conhecimento prévio sobre o tema e a combinação de ferramentas associadas aos personagens escolhidos.

A automação do processo de ensino tem como objetivo facilitar a construção do conhecimento dos alunos, sem fazer distinção entre as demandas e necessidades de cada um deles. Consonante a essa afirmação, Ferreira et. al. (2008) dizem que a IA contribui de maneira direta para que a aplicação do conteúdo seja adaptada ao perfil dos alunos, como no caso dos autistas, que demandam de atividades específicas para atender suas particularidades no que tange à aquisição de conhecimento, concentração e interação social.

No âmbito da adaptação de conteúdo pela IA, entende-se que esta permite o desenvolvimento de novas abordagens que representam habilidades de raciocínio e conhecimento especialista para o ensino e a aprendizagem, como as baseadas na investigação, que procuram explorar os aspectos do sistema tradicional, tirando a

centralização no tutor para se centralizar no estudante (AGUIAR; HERMOSILLA, 2017).

Acerca da contribuição da IA para a adaptação do conteúdo, pontua-se que, de acordo com Araújo et. al. (2017), ela pode identificar o nível de conhecimento dos alunos e quais são as dificuldades deles, promover a coleta de dados para que a gestão pedagógica seja melhorada, visando promover ações de melhoria dos resultados dos alunos, auxiliar os docentes no preparo das aulas, estabelecendo um passo a passo mais efetivo, analisar o desempenho dos estudantes e estabelecer desafios para a ampliação do conhecimento dos alunos, entre outros.

Dessa forma, esse estudo traz as principais considerações acerca de como a IA contribui significativamente para que os alunos com autismo consigam ter uma aprendizagem assertiva dentro das escolas, assim como a importância dela para a Educação de uma forma em geral.

2.1 Considerações sobre a Inteligência Artificial

Sabe-se que a Inteligência Artificial pode ser descrita como um avanço da tecnologia que permite que sistemas ajam e pensem como os seres humanos, atendendo a ordens de programação específicas, tomada de decisões de forma autônoma e outras ações tendo como base um banco de dados padronizados (FERREIRA et. al., 2008; SANTOS et. al., 2018)

Em sua essência, a IA permite que os sistemas existentes em máquinas consigam ser independentes nos processos decisórios, sempre apoiados em banco de dados digitais que permite a formulação e o entendimento do padrão que precisa ser conduzido em determinadas situações (FERREIRA et. al., 2008).

Nesse contexto, percebe-se que a IA maximiza a capacidade racional dos seres humanos no que tange à resolução de problemas de esfera prática, assim como por meio da simulação de situações, oferta de respostas e potencialização da capacidade e da inteligência que precisam ser utilizadas para efetivar determinadas atividades.

Por definição, Pereira (2011) diz que a Inteligência Artificial é descrita como sendo a capacidade que as máquinas têm de pensar e agir como os seres humanos, dado que elas são dotadas de inúmeras capacidades, tais como a de aprender, decidir caminhos, ter autonomia, perceber situações e julgar como agir nelas, e seguir um caminho dotado do padrão racional.

Para que os computadores fossem ensinados a pensar como os seres humanos, foram utilizadas diversas esferas da ciência da computação, tais como a *Machine Learning*; *Deep Learning* e processamento de Linguagem Natural. Segundo Ferreira et. al. (2008), esses itens em conjunto compõem todo o processo da IA permitindo, inclusive, que sejam criadas novas plataformas e sistemas para que os sistemas aprendam cada vez mais.

Sobre o *Machine Learning*, Donada et. al. (2018) dizem que ele se refere ao sistema que permite que as máquinas aprendam as regras de uma determinada atividade por conta própria, utilizando os bancos de dados e chegando a um resultado de forma autônoma. O processo *Deep Learning* se refere à utilização de algoritmos pelas máquinas para imitar o aprendizado do cérebro humano, ou seja, elas aprendem a se defender de determinados ataques sozinhas. Por último, o processamento de linguagem natural pode ser entendido pela utilização das técnicas do *Machine Learning* para que sejam encontrados os padrões dentro do banco de dados, permitindo, assim, que seja reconhecida uma linguagem natural.

Frente ao exposto, a IA pode ser entendida como uma área multidisciplinar que compreende a matemática, computação e engenharia, que tem como finalidade buscar métodos e dispositivos computacionais que simulam a capacidade dos seres humanos de resolver situações e problemas, permitindo que as máquinas consigam pensar e agir de forma racional como os seres humanos faria, fator que contribuiu para que ela fosse implementada em outras esferas, como na Educação, por exemplo, que será abordada a seguir.

2.2 Técnicas da Inteligência Artificial para a Educação

Dentro do contexto educacional, existem ferramentas da IA voltadas para a facilitação do acesso ao conhecimento de todos, principalmente os que demandam de necessidades específicas, como no caso dos que possuem o transtorno do autismo (TALABANI; ENGIN, 2018). Nesse contexto, o conteúdo é aplicado de forma adaptada ao perfil dos alunos, tornando possível a eles a obtenção de conhecimento de forma mais autônoma (VULLAMPARTHI, et al., 2011).

De acordo com a literatura (SANTOS et. al., 2018; PEREIRA, 2011), as ferramentas tecnológicas utilizadas para a educação são baseadas em três técnicas da inteligência artificial: sistemas especialistas; redes neurais artificiais e sistemas *fuzzy*, conforme serão abordados de maneira mais detalhada nessa seção.

2.2.1 Redes Neurais

As redes neurais são sistemas compostos por nós simples que são demonstrados em números ou valores de ativação. De acordo com Ferreira et. al. (2008), cada um dos nós gera uma saída tem como parâmetro a sua ativação, e ambos são interligados por meio de arestas rotuladas com pesos, além de ter o valor de saída de um dos nós transmitido em todos os que estão conectados.

Em seus apontamentos, Paim et. al. (2006) dizem dentro do sistema de redes neurais, pode-se criar um site que pode ter a interface adaptado na interface apresentada ao usuário com a utilização de mídias distintas na apresentação de conteúdo, de acordo com as características individuais de cada usuário, fator que torna a aprendizagem concisa e condizente com as demandas dos alunos.

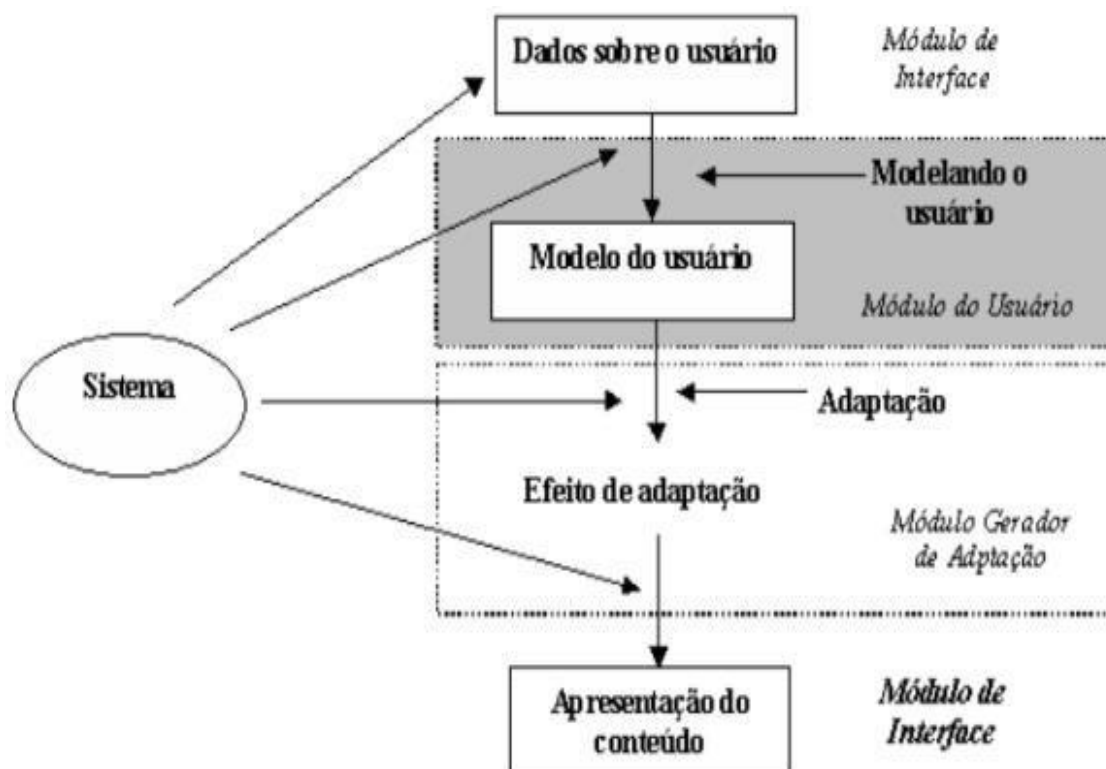
Além disso, dentro desse sistema, pode-se desenvolver mecanismos que permitem a adaptação de conteúdo por meio de dois tipos de redes: *Multilayer Perceptron* (MLP) e *Interaction Activation and Competition* (IAC), dividindo a interface em três tipos de módulos, tais como interface, gerador de adaptação e usuário (FERREIRA, et. al., 2008).

Ainda sobre a aplicação de redes neurais no contexto educacional, Barbosa e Azevedo (2007) relatam que ela pode ser realizada por meio da hipermídia educacional, que se adapta por meio das redes neurais. Nesse método, define-se que a adaptação será baseada na teoria das Inteligências Múltiplas, sendo estruturado em três módulos: interface, usuário, e gerador de adaptação, conforme observado na Figura 1 a seguir.

Outra técnica citada dentro do contexto das redes neurais é a rede de Kohonen, que permite a construção de uma estrutura dinamiza com os objetos de aprendizagem. Dentro dessa esfera, de acordo com Ferreira et. al. (2008), por meio da seleção dos objetos que serão utilizados na construção dos recursos, a aprendizagem se torna adaptável ao contexto do aluno, tendo como parâmetro conhecimentos prévios, estilo de aprendizagem, aspectos culturais e outros.

Dentro da técnica de Kohonen, quando o aluno acessa o sistema, ele participa de um questionário que mensura o conhecimento do aluno, armazenado as características dele de acordo com a resposta escolhida, ofertando um treinamento da rede neural para que o conteúdo que será apresentado tenha uma maior similaridade com ele.

Figura 1 – Módulos do Sistema Hipermedia Adaptativo



Fonte: Barbosa e Azevedo (2007, p. 116).

2.2.2 Sistemas Especialistas

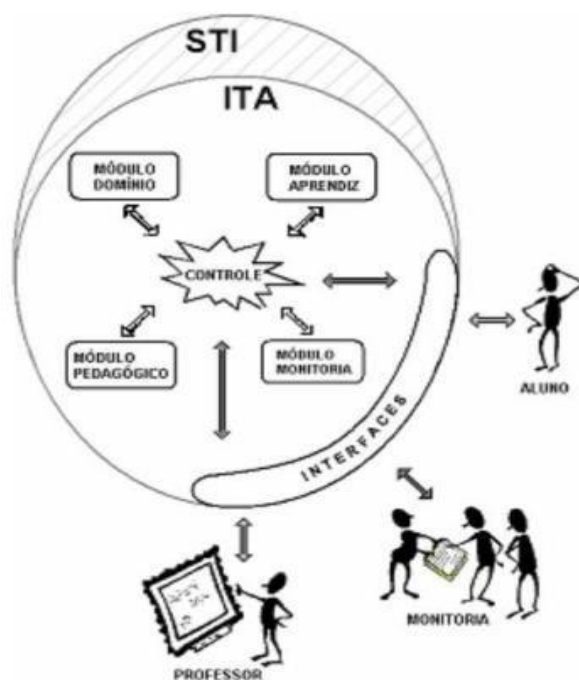
Os sistemas especialistas são entendidos como programas que utilizam, em sua composição de trabalho, procedimentos e conhecimentos inferenciais para resolver as adversidades que, de maneira geral, demandam da perícia humana para serem resolvidos (WEBBER et. al., 2009).

Como exemplo de aplicação destes sistemas temos o tutor inteligente com integração ao processo de monitoria estudantil para a criação e implementação de um assistente virtual de ensino inteligente. Sobre essa ferramenta, Assunção et. al. (2008) dizem que o objetivo desse tipo de ferramenta é demonstrar a possibilidade de integrar os recursos já existentes na arquitetura de um sistema tutor inteligente com as reais necessidades de acompanhamento de cada aluno, o que promove uma sistematização na educação e, conseqüentemente, no aumento da qualidade dela.

Ainda dentro da ferramenta do sistema tutor inteligente, entende-se que se reduz as possibilidades de perda de informações dentro do contato do professor e do aluno, o que possibilita um melhor direcionamento das atividades e nos esforços

necessários para que a aprendizagem seja eficaz e eficiente no que se refere às dificuldades de cada aluno (ASSUNÇÃO et. al., 2008).

Figura 2 – Estrutura do Sistema Tutor Inteligente



Fonte: Assunção et. al. (2008, p. 283).

2.2.3 Sistemas *Fuzzy*

Os sistemas *fuzzy* são entendidos como ferramentas que utilizam, em sua composição, a teoria de conjuntos e lógica *fuzzy*, que representam e processam todas as informações linguísticas, além de fornecer mecanismos automáticos para que ocorra o tratamento das imprecisões e incertezas relacionadas ao conhecimento do mundo real (CINTRA, 2007).

De acordo com os estudos de Barone et. al. (2007), a aplicação da lógica *fuzzy* é utilizada para modelagem do processo de raciocínio dentro de um assistente virtual, tendo como base a teoria da aprendizagem de Ausubel, que se definiu de que forma o processo por meio de uma nova informação se relaciona com um aspecto importante existente dentro da estrutura de conhecimento de um indivíduo, e no uso de mapas conceituais como itens de organização do conteúdo do domínio da aplicação.

Para Cintra (2007), a aplicação da lógica *fuzzy* tem como finalidade identificar o comportamento observável do aluno sobre determinado conteúdo e atividades de aprendizagem, e apontar as variáveis que estão diretamente relacionadas nesse

comportamento, capturadas durante o período em que ele interage com o ambiente virtual.

Além disso, sendo pautado pelos resultados gerados na função *fuzzy*, o sistema consegue promover recursos e orientações que caminham em consonância com uma aprendizagem mais eficiente para o aluno durante o curso, tendo o docente e o assistente como responsáveis pela adequação e direcionamento da aprendizagem (PEREIRA, 2011).

2.3 Transtorno do Espectro Autista (TEA) e a Tecnologia

O Transtorno do Espectro Autista (TEA) é um quadro de transtorno invasivo do desenvolvimento, representado principalmente pela condição do déficit em interesses e atividades, dificuldades na comunicação, podendo colocar também a interação social que exige certo esforço, sendo facilmente observado na vida escolar dos alunos. Nesse contexto, a inclusão de alunos com TEA demanda uma série de especificidades, tais como a importância da inclusão de ferramentas tecnológicas frente a esse processo, fator que permite que a aprendizagem ocorra de maneira mais ampla e efetiva.

Por sua composição, o autismo pode ser entendido como um transtorno do desenvolvimento que apresenta determinadas características particulares, principalmente na esfera da linguagem e da comunicação de um indivíduo, prejudicando sua interação social e o seu comportamento, fatores que podem ser amplamente percebidos no período escolar (CUNHA et. al., 2015).

Segundo Lampreia (2017), a criança com autismo não é reforçada pelos estímulos ambientais que recebe, uma vez que ignora falas e até mesmo contato físico, tendo dificuldades em reconhecer um adulto como acontece em seu próprio meio familiar. Ainda de acordo com a autora, na família, ao invés de haver uma interação com desenvolvimento de laços afetivos, a criança autista terá interesse por parte do vestuário, ou seja, algo que lhe chamará atenção, se comportando como se estivesse sozinho, em seu próprio mundo.

Nesse contexto, os alunos com TEA apresentam dificuldades de aprendizagem educacional em diversos graus de intensidade, demandando uma maior atuação dos profissionais que visam promover uma aprendizagem efetiva na escola, assim como a utilização de recursos tecnológicos voltados para facilitar e contribuir positivamente para o processo.

Dentro desse cenário, Orru (2012) diz que no que tange ao desenvolvimento das crianças com TEA, as características que podem ser amplamente observadas pelo educador em sala de aula é o déficit de comunicação e de linguagem, assim como a ausência da verbalização. No entanto, o autor pontua que essas situações não ocorrem somente em alunos com autismo, mas, também, em outros tipos de transtornos da esfera do desenvolvimento humano, assim como ocorre em autistas em graus que variam de acordo com o nível do transtorno.

Outra característica presente na criança autista e que pode ser observada pelo educador é a dificuldade de se expressar, dado que nesse processo ela apresenta algumas inabilidades comunicativas. Sobre essa situação, Cunha et. al. (2015), lista as seguintes contextualizações: a fala não é espontânea; pouca comunicação; tendência a monólogos; gramática incorreta; neologismos; dificuldade de compreensão e, também, ecolalia.

Sobre a interação social, fator bem marcado na criança com TEA, Camargo e Bosa (2009) pontuam que ela pode ser observada pelo professor mediante percepção das seguintes situações: isolamento; dificuldade de manter laços de amizade; desconhecimento dos sinais sociais, ausência de gestos, como de cumprimento, entre outras.

Em consonância a essa afirmação, Cunha et. al. (2015) diz que algumas crianças com autismo podem apresentar determinados tipos de habilidades incomuns, que, em alguns casos, podem superar os déficits que possuem, tais como força; facilidade para conceitos metódicos e sistemáticos; boa memorização a longo prazo; retenção de conceitos e regras; alta concentração, habilidades artísticas e outras.

Ainda de acordo com os autores referidos, essas características e habilidades determinam a forma como a intervenção deve ocorrer para a inclusão desses alunos na escola regular, principalmente no que se refere à metodologia que será utilizada para a aprendizagem dos alunos.

Conforme apontado, uma das maiores dificuldades dos alunos autistas está na interação social, fator que desencadeia uma série de outros elementos que provocam prejuízos na aprendizagem educacional deles. Partindo desse contexto, Santos et. al. (2018) dizem que as equipes de tecnologia, em consonância com demais especialistas que atuam frente ao comportamento autistas, podem propor ações que promovam interação entre o aluno e a tecnologia por meio de mecanismos

inteligentes, como a inteligência artificial, como algoritmos que se remodelam, e promovendo uma interação gradativa entre aluno e máquina.

Além desse aspecto, é importante que os alunos com TEA reconheçam a máquina como parte do seu mundo, haja vista que o computador, instrumento amplamente utilizado dentro do ambiente escolar, não faz julgamento ou qualquer outro tipo de diferenciação ou preconceito por causa das particularidades deles. Dentro desse contexto, os alunos com autismo passam a criar um elo de confiança com o sistema de IA, fator que está diretamente ligado às possibilidades de ele se manifestar de forma livre e de acordo com as suas particularidades, ampliando a concentração e o aprendizagem de formas assertivas.

De acordo com Kovatli (2013), o uso do computador como apoio à aprendizagem das crianças com autismo é relativamente recente e que muitas crianças acabam não se interessando pela máquina em si, mas sim pelas imagens e sons dos sistemas utilizados para o ensino.

Dessa forma, pontua-se que:

Independente da qualidade da interação, o computador favorece a participação ativa da pessoa e, portanto, uma aprendizagem mais autônoma, permitindo aos pais, terapeutas e professores, promover estratégias para o desenvolvimento das habilidades sociais, cognitivas e comunicativas, entre outras (KOVATLI, 2013, p. 7).

Além disso, entende-se que os sistemas de IA, dada a sua contribuição para a educação em si, conforme apontamento anteriormente, facilitam de sobremaneira o aprendizado do autista, visto que este, em geral, tem problemas de comunicação com pessoas, mas utiliza a ferramenta computador com extrema facilidade, aprendendo com rapidez e transportando os ensinamentos para o seu mundo externo.

Em sua grande maioria, os computadores e os sistemas de IA contribuem para a aprendizagem dos alunos autistas por meio dos estímulos visuais, fator que permite que a absorção do conhecimento e das informações ocorra de forma mais ampla e concisa, atendendo diretamente as demandas e particularidades do transtorno em si (MORAN, 2010).

Dessa forma, compreender os elementos que cerceiam a IA frente à aprendizagem dos alunos com autismo é de extrema relevância para o entendimento das ferramentas que ela possui e que podem ser utilizadas pelos docentes para

facilitar o desenvolvimento e aprendizagem no espaço escolar regular, conforme será abordado no próximo item.

2.4 Contribuições da Inteligência Artificial para o Autismo

A IA, dada as suas especificidades dentro da educação, auxilia a aprendizagem dos alunos autistas em diversos aspectos, tais como no aumento do interesse e motivação pelas atividades pedagógicas, internalização das rotinas e regras, alfabetização, percepção de espaço e de tempo, proteção dos sons e estímulos visuais que não agradam, e promovem um entretenimento capaz de prender e despertar a atenção dos alunos.

Consonante a essa afirmação, Brito e Novôa (2018) dizem que a inteligência artificial, além da aprendizagem do conteúdo pedagógico, também atua frente à inserção dos alunos autistas em sociedade, haja vista que os seus sistemas podem ser utilizados no dia a dia, ajudando os alunos a cumprirem tarefas sociais, entender a linguagem não verbal, entre outros.

Por terem um forte estímulo visual, os sistemas de IA são extremamente benéficos para os alunos com autismo, pois prendem a atenção deles por meio da utilização de imagens, cores, desenhos e outros aspectos que ampliam a concentração. Além disso, permitem o desenvolvimento cognitivo, sensorial e interacional por meio de jogos e de brincadeiras que cerceiam o lúdico (BRITO; NOVÔA, 2018).

Durante este levantamento bibliográfico constatou-se que a maior parte dos trabalhos que aplicam técnicas de aprendizado de máquina no contexto do espectro autista não está diretamente relacionada com a criação de ferramentas que auxiliam os autistas no aprendizado, mas sim na detecção deste espectro. Os trabalhos são testados a partir de um conjunto de dados que caracteriza a presença do espectro autista em crianças chamado AQ-10 dataset¹ disponibilizado pelo National Institute for Health Research, órgão público do Departamento de Saúde e Assistência Social da Inglaterra.

A Tabela 1 sintetiza as técnicas utilizadas para fazer a detecção do espectro autista em crianças a partir dos dados do AQ-10.

¹ <http://docs.autismresearchcentre.com/tests/AQ10.pdf>

Tabela 1 – Técnicas de aprendizado de máquina aplicadas à detecção do espectro autista.

Técnica	Referência
Deep Learning	PATNAM et al., 2017.
Rede Neural Artificial	OMAR et al., 2019. PAPLINSKI; GUSTAFSSON, 2004. ALWAKEEL et al., 2015. LEE, et al., 2018.
Support Vector Machines	VIDHUSHA; ANANDHAN, 2015.
Sistemas Especialistas	VEERARAGHAVAN; SRINIVASAN, 2007.
Fuzzy	ISA et al., 2014. DE CAMPOS SOUZA; GUIMARAES, 2018.
KNN	PRATAP; KANIMOZHISELVI, 2014.

Esta pesquisa revelou que a maior parte dos trabalhos que envolvem a grande área de IA aplicada ao espectro autista tem foco na robótica. Isso pode ser justificado pelo fato de que o maior apoio da área é criar meios de socializar as crianças. Por meio de robôs que podem ter aparência atraente para elas é possível aplicar terapias, ensinar algumas funções para as crianças, etc. Desta forma, uma síntese dos trabalhos com este foco foi feita na Tabela 2.

Tabela 2 – Aplicação da robótica no contexto autista.

Foco do trabalho	Referência
Terapia	JOSEPH et al., 2017. GOODRICH et al., 2012. SHAMSUDDIN et al., 2012.
Detecção de emoção	JOSEPH et al., 2017. SALVADOR et al., 2015. ASKARI et al., 2018.
Interação social	NIKOLOPOULOS et al., 2011. DICKSTEIN-FISCHER et al., 2011. SHAMSUDDIN et al., 2012. ROBINS et al., 2004. KOZIMA et al., 2007a. KOZIMA et al., 2007b. COSTA et al., 2010. TAHERI et al., 2018.
Incentivo à comunicação	SHAMSUDDIN et al., 2012.
Habilidades motoras	ROBINS et al., 2005.
Análise comportamental	ISMAIL et al., 2012a. WYKOWSKA et al., 2015. LEE et al., 2018. MCKENNA et al., 2018.
Concentração	ISMAIL et al., 2012b.

Como podemos observar, a maior parte dos trabalhos com robótica está focada na interação social. Isso se justifica por ser esta uma das qualidades menos presentes em crianças com espectro autista.

Utilizar robôs dentro do contexto de ensino para crianças tem um resultado maior do que equipar softwares de ensino com técnicas de IA (ROBINS et al., 2004; VULLAMPARTHI et al., 2011). Além disso, a criança com espectro autista sente uma necessidade maior de interagir com objetos reais do que abstratos (YOUSIF et al., 2019). Desta forma, o foco da área de aprendizado de máquina neste contexto não está em como melhorar algum software que possa interagir com as crianças, mas sim em como melhorar os robôs que interagem com elas (IJICHI; IJICHI, 2001; SHORT et al., 2011).

Contudo, uma vez que os robôs podem ser simulados por softwares, jogos específicos para este público poderiam ser desenvolvidos para interagir de maneira semelhante à que os robôs têm feito. A vantagem é o baixo custo (quando comparado ao uso dos robôs reais) e a diversidade de opções de cenários e objetos que possam atrair a atenção destas crianças (KHABBAZ et al., 2017).

Considerações Finais

Este trabalho fez uma revisão do uso do aprendizado de máquina como ferramenta de apoio ao ensino de crianças com espectro autista. Esperava-se com este trabalho encontrar um vasto repertório de trabalhos aplicando aprendizado de máquina em softwares de ensino com foco no público autista. Apesar desse tipo de aplicação ser comum em softwares aplicados à educação em geral, quando filtramos para a educação especial (de crianças com espectro autista), não vemos a mesma proporção.

Esta pesquisa revelou, na verdade, que o foco do aprendizado de máquina neste contexto está voltado ao uso de robôs para interagirem com as crianças e em como melhorar a habilidade destes robôs.

Com isso, identificamos a necessidade de trabalhos que possam usar os resultados de anos de pesquisa usando robôs para interagir com crianças autistas e aplica-los em softwares projetados especificamente para este público. Uma área promissora para fazer esta aplicação é a área de jogos, pois permite modelar imagens de robôs em personagens e inseri-los em um ambiente (cenário) atraente para este

público e, então, aplicar técnicas de aprendizado de máquina para melhorar o desempenho do jogo de acordo com os objetivos pedagógicos estipulado por ele.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, J.; HERMOSILLA, L. **Aplicações da Inteligência artificial na educação**. Revista Científica Eletrônica de Psicologia. Ano XIV, nº 06, 2017. Disponível em: <http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/UznmHMbvYnsaKRH_2017-5-27-17-26-30.pdf> Acesso em 22 jul. 2019.
- ALWAKEEL, S. S. et al. **A machine learning based WSN system for autism activity recognition**. In: 2015 IEEE 14th International Conference on Machine Learning and Applications (ICMLA). IEEE, 2015. p. 771-776.
- ARAUJO, M. R. M. et. al. **Uso da Inteligência Artificial no Ensino e Aprendizagem: uma revisão de literatura**. Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciências. 2017. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/revistas/conapesc/trabalhos/TRABALHO_EV058_MD1_SA95_ID2336_17052016105439.pdf>. Acesso em 29 ago. 2019.
- ASKARI, Farzaneh et al. **A Pilot Study on Facial Expression Recognition Ability of Autistic Children Using Ryan, A Rear-Projected Humanoid Robot**. In: 2018 27th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN). IEEE, 2018. p. 790-795.
- ASSUNÇÃO, B. S. B. et. al. **Sistema tutor inteligente integrado a monitoria estudantil para elaboração de um assistente virtual de ensino inteligente**. Monografia da Instituição de Ensino de Taguatinga, 2008. Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/wie/article/download/986/972>>. Acesso em 24 nov. 2019.
- BARBOSA, A. T. R. AZEVEDO, F. M. de. **Uma hipermídia educacional: adaptativa através do uso de redes neurais artificiais**. XVII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação – SBIE. 2007. Disponível em: <<http://www.brie.org/pub/index.php/sbie/article/viewFile/561/547>> Acesso em 24 out. 2019.
- BOSA, C. A. **Autismo: Intervenções psicoeducacionais**. Revista Bras. Psiquiatria, 2006;28. 9. 47-53. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/rbp/v28s1/a07v28s1.pdf>>. Acesso em: 21 jul. 2019.
- BRITO, G. S.; NOVÔA, J. **Transtorno do Espectro Autista: as tecnologias como ferramentas de ensino na Educação Especial**. VI seminário Internacional sobre Profissionalização Docente. 2018. Disponível em: <https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2017/23477_12977.pdf>. Acesso em 22 out. 2019.
- CINTRA, M. E. **Geração Genética de Regras Fuzzy com Pré-seleção de Regras Candidatas**. Dissertação de Mestrado da Universidade Federal de São Carlos. 2007. Disponível em: <<https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/486/3998.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em 30 nov. 2019.

COSTA, Sandra et al. **Promoting interaction amongst autistic adolescents using robots**. In: 2010 Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology. IEEE, 2010. p. 3856-3859.

CUNHA, I. A. M.; ZINO, N. M. A.; MARTIM, R. C. O **A Inclusão de crianças com Espectro Autista: a percepção do professor**. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao centro Universitário Católico Salesiano Auxilium. 2015. Disponível em: <<http://www.unisalesiano.edu.br/biblioteca/monografias/58533.pdf>>. Acesso em 09 ago. 2019.

DE CAMPOS SOUZA, Paulo Vitor; GUIMARAES, Augusto Junio. **Using fuzzy neural networks for improving the prediction of children with autism through mobile devices**. In: 2018 IEEE Symposium on Computers and Communications (ISCC). IEEE, 2018. p. 01086-01089.

DICKSTEIN-FISCHER, Laurie et al. **An affordable compact humanoid robot for autism spectrum disorder interventions in children**. In: 2011 Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. IEEE, 2011. p. 5319-5322.

DONEDA, D. C. M. et. al. **Considerações Iniciais sobre a inteligência artificial, ética e autonomia pessoal**. Revista de Ciências Jurídicas Pensar. Vol. 23, nº 4, p. 1-17, 2018. Disponível em: <<https://periodicos.unifor.br/rpen/article/view/8257>>. Acesso em 30 ago. 2019.

FERREIRA, F. R. et. al. **Uso de redes de Kohonen na recuperação personalizada de Objetos de Aprendizagem: Um estudo de caso no ensino de ritmos musicais brasileiros**. Anais do XXVIII Congresso da SBC. 2008. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/11f1/2e42d6e77ff06c0a686ddce91a095d7ed418.pdf>> Acesso em 24 jul. 2019.

GOODRICH, Michael A. et al. **Incorporating a robot into an autism therapy team**. IEEE Intelligent Systems, n. 2, p. 52-59, 2012.

IJICHI, Shinji; IJICHI, Naomi. **Computerized lifelong mentoring support using robot for autistic individuals**. Medical hypotheses, v. 68, n. 3, p. 493-498, 2007.

ISA, Nurul Ridwah Mohd et al. **Autism severity level detection using fuzzy expert system**. In: 2014 IEEE International Symposium on Robotics and Manufacturing Automation (ROMA). IEEE, 2014. p. 218-223.

ISMAIL, Luthffi Idzhar et al. **Robot-based intervention program for autistic children with humanoid robot NAO: initial response in stereotyped behavior**. Procedia Engineering, v. 41, p. 1441-1447, 2012a.

ISMAIL, Luthffi Idzhar et al. **Estimation of concentration by eye contact measurement in robot-based intervention program with autistic children**. Procedia Engineering, v. 41, p. 1548-1552, 2012b.

JOSEPH, Lentin; PRAMOD, S.; NAIR, Lekha S. **Emotion recognition in a social robot for robot-assisted therapy to autistic treatment using deep learning**. In: 2017 International Conference on Technological Advancements in Power and Energy (TAP Energy). IEEE, 2017. p. 1-6.

KHABBAZ, Amir H. et al. **An adaptive RL Based fuzzy game for autistic children.** In: 2017 Artificial Intelligence and Signal Processing Conference (AISP). IEEE, 2017. p. 47-52.

KOVATLI, M. F. **Estratégias para Estabelecer a Interação da Criança com Autismo e o Computador.** Dissertação de Mestrado da Universidade Federal de Santa Catarina. 2013. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/86277/201945.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em 25 out. 2019.

KOZIMA, Hideki; NAKAGAWA, Cocoro; YASUDA, Yuriko. **Children-robot interaction: a pilot study in autism therapy.** Progress in brain research, v. 164, p. 385-400, 2007a.

KOZIMA, Hideki; YASUDA, Yuriko; NAKAGAWA, Cocoro. **Social interaction facilitated by a minimally-designed robot: Findings from longitudinal therapeutic practices for autistic children.** In: RO-MAN 2007-The 16th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication. IEEE, 2007b. p. 599-604.

LAMPREIA, C. **A perspectiva desenvolvimentista para a intervenção precoce no autismo.** Estud. Psicologia. 2017, vol. 24, nº 1, pp. 105-114. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-166X2007000100012&script=sci_abstract&lng=pt>. Acesso em 31 jul. 2019.

LEE, Jin-Gyu; LEE, Bo-Hee. **Therapeutic Behavior of Robot for Treating Autistic Child Using Artificial Neural Network.** In: FSDM. 2018. p. 358-364.

MCKENNA, Peter E. et al. **Robot Expressive Behaviour and Autistic Traits.** In: Proceedings of the 17th International Conference on Autonomous Agents and MultiAgent Systems. International Foundation for Autonomous Agents and Multiagent Systems, 2018. p. 2239-2241.

MORAN, J. M. **Ensino e aprendizagem inovadores com tecnologias.** Informática na Educação: Teoria & Prática. Vol. 13, nº 1, p. 137-144, 2010. Disponível em: <http://www.pucrs.br/ciencias/viali/tic_literatura/artigos/tics/Ensino%20e%20aprendizagem%20inovadores%20com%20tecnologias.pdf>. Acesso em 22 out. 2019.

NIKOLOPOULOS, Christos et al. **Robotic agents used to help teach social skills to children with autism: the third generation.** In: 2011 RO-MAN. IEEE, 2011. p. 253-258.

OMAR, Kazi Shahrukh et al. **A Machine Learning Approach to Predict Autism Spectrum Disorder.** In: 2019 International Conference on Electrical, Computer and Communication Engineering (ECCE). IEEE, 2019. p. 1-6.

ORRÚ, S. E. **Autismo, linguagem e educação: interação social no cotidiano escolar.** Rio de Janeiro: Wak, 2012.

PAIM, R. L. et. al. **Sistema hipermídia com interface adaptativa em câncer de mama usando redes neurais artificiais MLP e IAC.** 2006. Disponível em: <www.sbis.org.br/cbis/arquivos/1020.pdf> Acesso em 22 out. 2019

PAPLINSKI, Andrew P.; GUSTAFSSON, Lennart. **An attempt in modelling early intervention in autism using neural networks**. In: 2004 IEEE International Joint Conference on Neural Networks (IEEE Cat. No. 04CH37541). IEEE, 2004. p. 29-34.

PASSERINO, L. M. **Comunicação alternativa, autismo e tecnologia: estudos de caso a partir do Scala**. Salvador, BA: UFBA, 2012.

PATNAM, Venkata Sindhoor Preetham et al. **Deep Learning Based Recognition of Meltdown in Autistic Kids**. In: 2017 IEEE International Conference on Healthcare Informatics (ICHI). IEEE, 2017. p. 391-396.

PEREIRA, G. V. **A inteligência artificial aplicada na Educação**. Artigo apresentado à Universidade do Estado de Santa Catarina. 2011. Disponível em: <http://www.ceavi.udesc.br/arquivos/id_submenu/387/guilherme_vota_pereira.pdf>. Acesso em 02 set. 2019.

PRATAP, Anju; KANIMOZHISELVI, C. S. **Predictive assessment of autism using unsupervised machine learning models**. International Journal of Advanced Intelligence Paradigms, v. 6, n. 2, p. 113-121, 2014.

PREMASUNDARI, M.; YAMINI, C. **Food and Therapy Recommendation System for Autistic Syndrome using Machine Learning Techniques**. In: 2019 IEEE International Conference on Electrical, Computer and Communication Technologies (ICECCT). IEEE, 2019. p. 1-6.

ROBINS, Ben et al. **Effects of repeated exposure to a humanoid robot on children with autism**. In: Designing a more inclusive world. Springer, London, 2004. p. 225-236.

ROBINS, Ben; DAUTENHAHN, Kerstin; DUBOWSKI, Janek. **Investigating Autistic children's attitudes towards strangers with the theatrical robot-A new experimental paradigm in human-robot interaction studies**. In: RO-MAN 2004. 13th IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication (IEEE Catalog No. 04TH8759). IEEE, 2004. p. 557-562.

ROBINS, Ben; DICKERSON, Paul; DAUTENHAHN, Kerstin. **Robots as embodied beings-Interactionally sensitive body movements in interactions among autistic children and a robot**. In: ROMAN 2005. IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication, 2005. IEEE, 2005. p. 54-59.

SALVADOR, Michelle J.; SILVER, Sophia; MAHOOR, Mohammad H. **An emotion recognition comparative study of autistic and typically-developing children using the zeno robot**. In: 2015 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA). IEEE, 2015. p. 6128-6133.

SANTOS, E. B. dos et. al. **Autismo: interfaces da TI quebrando paradigmas**. Revista Faculdade de Projeção. Vol. 10, nº 1, 2018. Disponível em: <<http://revista.faculdadeprojecao.edu.br/index.php/Projecao4/article/view/1360/1065>>. Acesso em 01 set. 2019.

SHAMSUDDIN, Syamimi et al. **Humanoid robot NAO interacting with autistic children of moderately impaired intelligence to augment communication skills**. Procedia Engineering, v. 41, p. 1533-1538, 2012.

SHAMSUDDIN, Syamimi et al. **Initial response of autistic children in human-robot interaction therapy with humanoid robot NAO**. In: 2012 IEEE 8th International Colloquium on Signal Processing and its Applications. IEEE, 2012. p. 188-193.

SHORT, Elaine; FEIL-SEIFER, David; MATARIĆ, Maja. **A comparison of machine learning techniques for modeling human-robot interaction with children with autism**. In: 2011 6th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI). IEEE, 2011. p. 251-252.

TAHERI, Alireza et al. **Human-robot interaction in autism treatment: a case study on three pairs of autistic children as twins, siblings, and classmates**. International Journal of Social Robotics, v. 10, n. 1, p. 93-113, 2018.

TALABANI, Hardi; ENGIN, A. V. C. I. **Performance Comparison of SVM Kernel Types on Child Autism Disease Database**. In: 2018 International Conference on Artificial Intelligence and Data Processing (IDAP). IEEE, 2018. p. 1-5.

VEERARAGHAVAN, Sampathkumar; SRINIVASAN, Karthik. **Exploration of autism expert systems**. In: Fourth International Conference on Information Technology (ITNG'07). IEEE, 2007. p. 261-264.

VIDHUSHA, S.; ANANDHAN, Kavitha. **Analysis and evaluation of autistic brain MR images using Learning Vector Quantization and Support Vector Machines**. In: 2015 International Conference on Industrial Instrumentation and Control (ICIC). IEEE, 2015. p. 911-916.

VULLAMPARTHI, Annie Joyce et al. **A smart tutoring aid for the autistic-educational aid for learners on the autism spectrum**. In: 2011 IEEE International Conference on Technology for Education. IEEE, 2011. p. 43-50.

WEBBER, C. et. al. **Ferramenta especialista para avaliação de software educacional**. Artigo da CEISEBC. 2009. Disponível em: <<http://ceiesbc.educacao.ws/pub/index.php/sbie/article/download/1115/1018>> Acesso em 24 nov. 2019.

WYKOWSKA, Agnieszka et al. **Autistic traits and sensitivity to human-like features of robot behavior**. Interaction Studies, v. 16, n. 2, p. 219-248, 2015.

YOUSIF, Jabar H.; KAZEM, Hussein A.; CHAICHAN, Miqdam T. **EVALUATION IMPLEMENTATION OF HUMANOID ROBOT FOR AUTISTIC CHILDREN: A Review**. International Journal of Computation and Applied Sciences, v. 6, n. 1, p. 412-420, 2019.