

TRANSFORMANDO A EDUCAÇÃO: POTENCIALIDADES TECNOLÓGICAS NO AMBIENTE ESCOLAR¹

Andreia Belter², Airam Teresa Zago Romcy Sausen³, Maurício de Campos⁴, Paulo Sérgio Sausen⁵

¹ Trabalho de pesquisa desenvolvido no Curso de Mestrado do Programa em Modelagem Matemática e Computacional da Unijuí;

² Bolsista Capes do Programa de Pós-Graduação em Modelagem Matemática e Computacional, UNIJUÍ;

³ Professora do Programa de Pós-Graduação em Modelagem Matemática e Computacional, UNIJUÍ;

⁴ Professor do Programa de Pós-Graduação em Modelagem Matemática e Computacional, UNIJUÍ;

⁵ Professor do Programa de Pós-Graduação em Modelagem Matemática e Computacional, UNIJUÍ.

RESUMO

Assistentes virtuais, *wi-fi*, redes sociais, aplicativos, *smartwatches* e *smart cities* são exemplos do emprego de diversas tecnologias, dentre elas, a *Internet* das Coisas e as Redes Neurais Artificiais. Essas tecnologias fazem parte da sociedade moderna e, conseqüentemente, estão cada vez mais inseridas no ambiente familiar, como também, na vivência das crianças e adolescentes. Logo, sua incorporação no ambiente escolar é de grande valia ao sistema educacional, pois quando usadas para favorecer as tarefas do cotidiano e auxiliar no processo de ensino e aprendizagem, também, direta ou indiretamente, propiciam um ambiente mais atrativo para os estudantes enquanto aprendem. Por isso, o desenvolvimento de tecnologias que possam suprir essas demandas são essenciais para a Educação e, portanto, para a sociedade.

Palavras-chave: Educação. Internet das Coisas. Redes Neurais Artificiais.

ABSTRACT

Virtual assistants, *wi-fi*, social networks, apps, *smartwatches* and *smart cities* are examples of the use of various technologies, including the Internet of Things and Neural Networks. These technologies are part of modern society and, consequently, are increasingly inserted in the family environment, as well as in the experience of children and adolescents. Therefore, their incorporation into the school environment is of great value to the educational system, because when used to favor everyday tasks and assist in the teaching and learning process, they also, directly or indirectly, provide a more attractive environment for students while they learn. Therefore, the development of technologies that can meet these demands are essential for education and, therefore, for society.

Keywords: Education. Internet of Things. Artificial Neural Networks.

INTRODUÇÃO

A sociedade humana vem evoluindo desde os primórdios da humanidade, sua curiosidade, imaginação, persistência e lógica foram essenciais para o seu desenvolvimento.

Essas características têm impulsionado a invenção de novas tecnologias, de modo a possibilitar aos humanos adaptar-se aos diferentes ambientes, perpetuando conhecimentos, culturas, costumes e tradições.

Então, com o intuito de passar os conhecimentos às futuras gerações e prepará-las para a vida em sociedade, acabou-se criando as escolas, caracterizadas como locais onde as crianças e adolescentes podem ter uma formação geral. Além disso, em decorrência da curiosidade e busca por conhecimento, a humanidade conseguiu conceber tecnologias como a *Internet* das Coisas (IoT) e as Redes Neurais Artificiais (RNA) que podem auxiliar no cotidiano das pessoas nos mais diversos setores da sociedade, inclusive dentro das escolas.

Diante disso, ao longo do artigo procurou-se demonstrar as relações entre a IoT (do inglês *Internet of Things*) e as RNAs com o ambiente escolar e a Educação, tanto em questões administrativas quanto relacionadas ao processo de ensino e aprendizagem dos estudantes, para fomentar uma educação de qualidade, conforme proposta na Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU) em 2023. Não somente, abordou-se a empregabilidade destes assuntos no contexto escolar, mediante experiências de outros autores sobre o tema trabalhado, como Grandó (2020).

METODOLOGIA

A pesquisa foi conduzida com base nos conceitos metodológicos trabalhados por Prodanov e Freitas (2013). Por conseguinte, relativo aos seus procedimentos, a pesquisa é classificada como bibliográfica, uma vez que teve como objetivo examinar, descrever e analisar informações provenientes de fontes, como livros, artigos, teses, relatórios e outros materiais já publicados.

Relativo a sua natureza, ela é caracterizada como básica, pois tem a intenção de gerar novos conhecimentos sem aplicação prática. Ainda, por ter o ambiente natural como fonte direta para coleta de dados, sendo estes, descritivos e analisados de modo indutivo pelo pesquisador, a pesquisa quanto aos seus fins e abordagem do problema é caracterizada, respectivamente, como descritiva e qualitativa.

Portanto, este trabalho empenhou-se em, a partir de fontes publicadas, exemplificar a relação existente entre a IoT e as RNAs com a Educação, tanto no processo de ensino e aprendizagem, quanto no quesito de infraestrutura.

INTERNET DAS COISAS: ESCOLA E SOCIEDADE

A busca por instrumentos que facilitem a vida cotidiana do ser humano, acontece desde os primórdios da humanidade. Esta demanda por praticidade e eficiência, está cada vez mais intrinsecamente ligada à sociedade moderna, e conseqüentemente, às crianças e adolescentes.

Não há como ignorar o grande leque de informações que os estudantes da Educação Básica, crianças e adolescentes, têm disponíveis, literalmente, na palma da mão. Então, não basta a escola primar pelo ensino, mas se manter à margem do contexto social do estudante e das tecnologias disponíveis. Pelo contrário, há a necessidade de adaptação tanto por parte da direção e do corpo docente, em questões, como as Metodologias de Ensino e recursos didáticos, quanto a assuntos concernentes à infraestrutura e aos materiais que venham a agregar e facilitar o trabalho docente, assim, também, contribuindo de forma direta e/ou indireta no processo de ensino e aprendizagem dos estudantes.

Isto, inclui o uso e compreensão sobre as novas tecnologias, como a IoT, a qual tem por objetivo auxiliar os seres humanos em sua vida, ao passo que pode ser entendida como um ambiente de objetos físicos conectados entre si através da *internet* por meio de sensores, de modo a criar um ecossistema de computação onipresente que introduz soluções funcionais nos processos cotidianos (MAGRANI, 2018).

Por conseguinte, com a IoT, de forma sucinta, é possível a conexão de dispositivos permitindo o compartilhamento de dados entre eles. Isso ocorre nas mais diversas formas, como uma notificação, em seu celular, da sua geladeira sobre a validade de determinado alimento, e nos mais diversificados objetos desde que estes possam ser atribuídos sensores e terem um endereço de IP. Logo, pode-se dizer que a IoT, também, é

uma infraestrutura de rede global que conecta objetos, ou "coisas", entre si, permitindo a captura, análise e manipulação de dados de forma autônoma e inteligente, através de diversas tecnologias, podendo reagir a eventos iniciados pelos

dados obtidos entre essas “coisas” e o ambiente a qual estão inseridos, com profundo impacto na forma como se trabalha e vive (BRITO, 2017, p.22-23).

Demonstrando, portanto, um forte potencial em fomentar a inovação no desenvolvimento de produtos em diversos setores, inclusive no âmbito educacional, podendo causar impactos mais significativos e positivos nos processos relacionados à gestão educacional (OLIVEIRA, *et al.*, 2019).

Conforme Silva e Junior (2018), se utilizada de modo adequado no contexto educacional, a IoT pode influenciar na forma de ensinar e aprender, redesenhando os métodos tradicionais, quebrando paradigmas. Para mais, a inserção da IoT também é benéfica no campo da gestão, da administração sustentável de recursos energéticos, no monitoramento e controle remoto via *internet*, de modo a automatizar laboratórios, controlar equipamentos (lousa inteligente, ar condicionado, lâmpadas, *datashow*, etc.), inventário e acesso de professores e estudantes às instalações físicas da Instituições.

Não somente isso, com a IoT na Educação, os dispositivos conectados podem coletar dados em tempo real sobre o desempenho dos estudantes, suas preferências e necessidades individuais. Esses dados podem ser usados pelos professores para personalizar o ensino, fornecendo um *feedback* mais imediato, possibilitando adaptação do conteúdo para atender às necessidades específicas de cada estudante e das particularidades da turma.

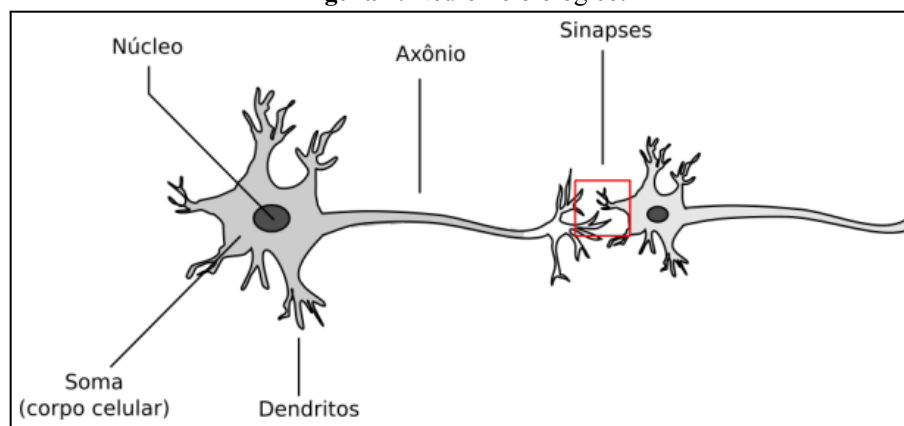
Além disso, ao integrar a IoT com RNAs, é permitido que os dispositivos conectados colem os dados em tempo real, enquanto usa-se as RNAs para processar esses dados e tomar decisões inteligentes, haja vista, que a RNA é capaz de corresponder a “um esquema de processamento capaz de armazenar conhecimento baseado em aprendizagem e disponibilizar este conhecimento para a aplicação à qual se destina” (SPÖRL *et al.*, 2011 apud FLECK *et al.*, p. 49, 2016).

Em suma, a IoT tem o potencial de transformar a maneira como os estudantes aprendem e os professores ensinam, oferecendo oportunidades para uma experiência de aprendizado mais interativa e personalizada.

REDES NEURAIAS ARTIFICIAIS

O surgimento das RNAs provém do interesse humano em simular as suas capacidades cognitivas, neste caso, os neurônios. Um neurônio biológico, de forma simples possui a organização estrutural mostrada na figura 1.

Figura 1: Neurônio biológico.



Fonte: Azevedo (2016, p.8).

Ele, o neurônio biológico, é uma célula composta por núcleo e corpo (soma), o qual mediante reações químicas e elétricas realiza o processamento das informações. A saída dessas informações do corpo é feita por impulsos elétricos disseminados por intermédio do axônio, o qual possui ramificações responsáveis pela distribuição das informações aos neurônios vizinhos (RAUBER, s/a).

Referente a ligação com outros neurônios, ela ocorre por meio das sinapses que estão conectadas a um dendrito do neurônio receptor. A sinapse quando estimulada pelo impulso do axônio dispara uma substância química que se transmite entre sinapse e dendrito realizando a conexão entre dois neurônios vizinhos. E o processo se repete para os demais neurônios a partir das relações de neurônios vizinhos (Ibidem, s/a).

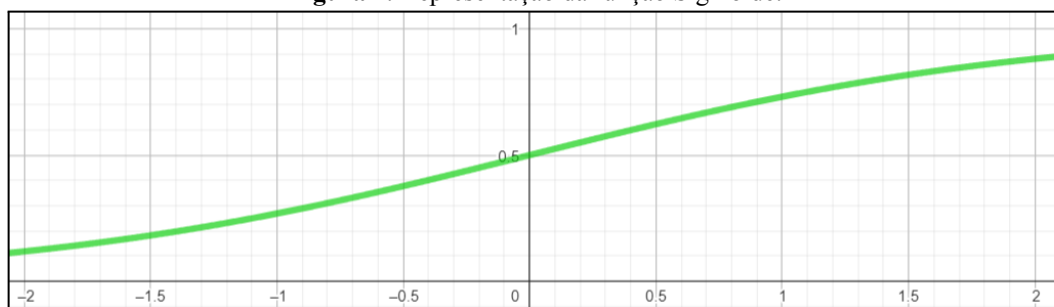
À vista disso, a RNA pode ser entendida como, de acordo com Haykin (2001), um processador constituído de unidades de processamento simples com propensão natural para o armazenamento de conhecimentos experimentais, possibilitando seu acesso para uso. Para ele, uma RNA tem semelhança com o cérebro, pois o conhecimento é obtido pela rede com base no ambiente mediante um processo de aprendizado, bem como os pesos sinápticos, isto é, as forças de conexão com os neurônios, são usados para armazenar o conhecimento adquirido.

Porém, a RNA sem uma estrutura apropriada e ajustada para solucionar o problema estudado acaba sendo ineficaz e frívola. Em função disso, antes de construí-la ou adaptar uma rede existente é preciso conhecer e compreender aspectos relativos a sua constituição, dentre eles, às funções de ativação, arquitetura e treinamento.

Tangível a função de ativação, ela consegue limitar o sinal de saída de um neurônio, podendo ser em um intervalo fechado de $[0,1]$ ou $[-1,1]$ ou $[-\infty,+\infty]$. Com isso, torna-se capaz definir se um neurônio será ou não ativado, conseqüentemente, a função de ativação retrata a ação causada por uma entrada e o estado atual do neurônio sobre a definição do próximo estado (GRANDO, 2020). Dentre as funções de ativação têm-se:

- a) Função Sigmóide: ela é uma função crescente que apresenta compressão de valores na faixa entre 0 e 1, geralmente, sendo útil em problemas de classificação binária ou em gerar probabilidades. Nesta Função, expressa por $f(u) = 1/(1 + \exp(-\alpha u))$, o seu parâmetro α interfere na inclinação, bem como, quando o seu valor aumenta, a curva da função tende a ser mais inclinada (HAYKIN, 2001).

Figura 2: Representação da função Sigmóide.

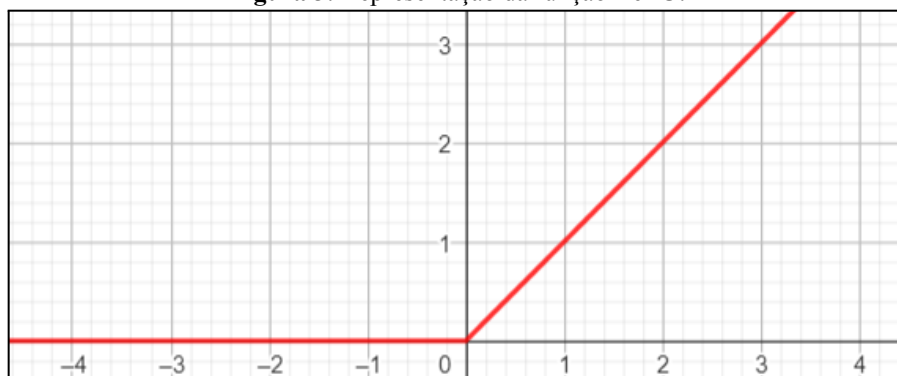


Fonte: Autora (2023).

- b) Função Softmax: representada por $f(x)_i = \frac{e^{x_i}}{\sum_j e^{x_j}}$, a função softmax é usada para “resolução de problemas de classificação [...]. Esta função realiza o mapeamento de um vetor para uma probabilidade de pertencer a uma das n diferentes classes” (WANG *et al.*, 2018 apud GRANDO, 2020, p. 24).
- c) Função ReLU: a função ReLU, isto é, $f(x) = \max(0, x)$, do inglês *rectified linear unit*, é uma função de ativação usada para extração de características, tanto no pré-treinamento quanto para a classificação, assim permitindo a identificação de padrões úteis durante o

processo de treinamento. Não obstante, apresenta uma alta velocidade de convergência, contudo sua eficácia varia dependendo do conjunto de dados e da arquitetura da rede (HARA; SAITO; SHOUNO, 2015).

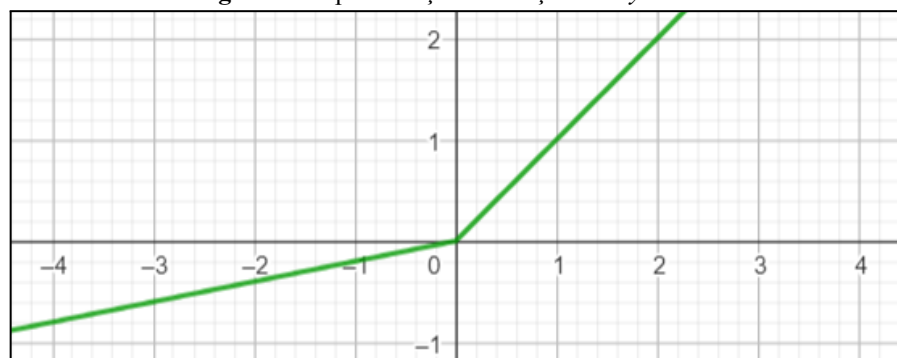
Figura 3: Representação da função ReLU.



Fonte: Autora (2023).

- d) Função *Leaky ReLU*: “Nesta função é inserido um pequeno valor α para inclinação na parte negativa do seu domínio. A inserção do valor α faz com que a parte negativa da função fique ligeiramente inclinada, ao invés de uma linha horizontal zerada” (MAAS; HANNUN; NG, 2013 apud GRANDO, 2020, p. 24).

Figura 4: Representação da função *Leaky ReLU*.



Fonte: Autora (2023).

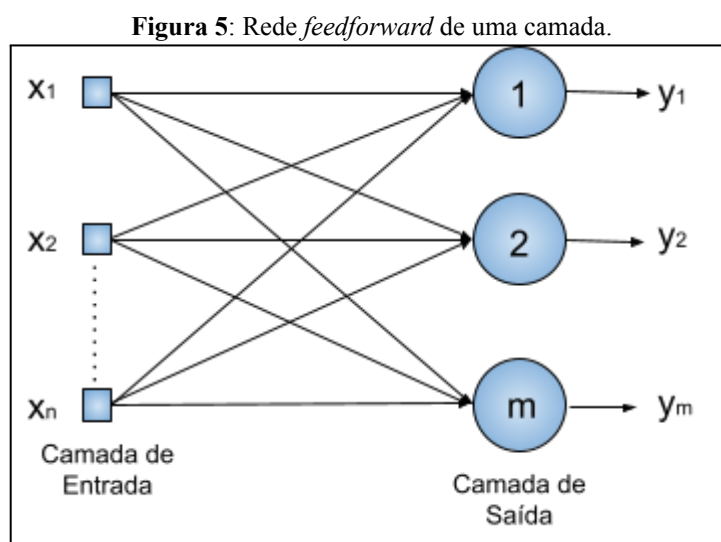
Todavia, antes da definição da função de ativação e depois da definição do propósito da RNA a ser desenvolvida, é essencial ter definido a arquitetura de rede que será usada, pois ela é o esqueleto da estrutura de uma RNA.

Sabendo disso, têm-se que a forma mais simples de configuração de uma rede neural artificial é o perceptron, idealizada por Rosenblatt (1958), seu objetivo era a implementação de um modelo computacional similar à retina. Rosenblatt buscava a constituição de um elemento de percepção eletrônica de sinais (SILVA, *et al.*, 2010).

Porém, quando a complexidade do problema não permite uma separação linear exata, acarretando na impossibilidade do uso dos perceptrons, há a necessidade de uma configuração mais complexa, sendo esta, os perceptrons multicamadas (MLP, do inglês *Multi Layer Perceptrons*). Neste, os neurônios estão agrupados em várias camadas que podem ser basicamente divididas em três partes: camada de entrada (origem dos dados), camadas intermediárias/ocultas (extração de características e inferência), camada de saída (conclusão e apresentação do processamento) (GRANDO, 2020).

Deste modo, conforme Furtado (2019), normalmente, as arquiteturas de rede podem ser classificadas em:

Rede *Feedforward* de uma camada: a organização dos neurônios sucede em forma de camadas, onde a camada de entrada está diretamente ligada à camada de saída, sem camadas ocultas. Neste tipo de rede, as camadas apenas apresentam os padrões à rede.

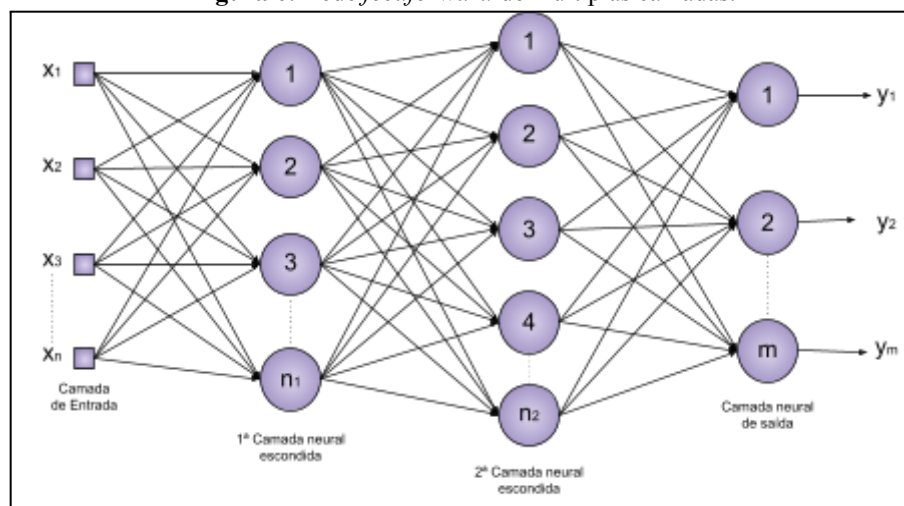


Fonte: Autora (2023).

Rede *Feedforward* de Múltiplas camadas: diferente da anterior, esta rede apresenta uma ou mais camadas escondidas cuja função é interceder, de forma útil, entre a camada de entrada e de saída da rede. Vale ressaltar que quando todos os nós de uma camada estão

conectados com todos os nós da camada posterior têm-se uma rede totalmente conectada, da mesma maneira, há uma rede parcialmente conectada quando nem todos os nós de uma camada estão interligados a todos os outros nós da próxima camada.

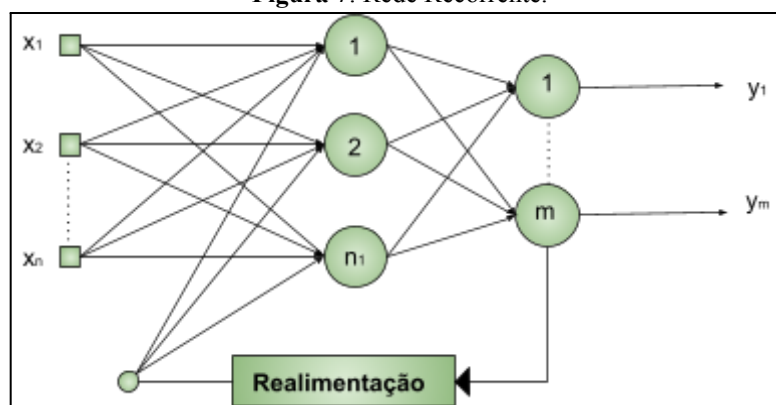
Figura 6: Rede *feedforward* de múltiplas camadas.



Fonte: Autora (2023).

Rede Recorrente ou Realimentada: possibilita a realimentação de uma camada com informações geradas pela camada posterior ou até do neurônio com a sua própria saída (*self-feedback*).

Figura 7: Rede Recorrente.



Fonte: Autora (2023).

Após a estruturação da RNA concernente à arquitetura e função de ativação é preciso verificar se ela executa de maneira concisa e precisa os dados e informações nela processados.

Para isso, é necessário, inicialmente, que ela passe pelo treinamento e a partir dele aprenda a identificar os padrões, categorizá-los e organizá-los conforme o programado. Por consequência, dependendo da linguagem de programação utilizada, esta rede aprenderá de modo independente, dependente ou parcialmente dependente.

Portanto, é possível afirmar que o momento da atribuição dos pesos às sinapses e do processo de aprendizagem da RNA ocorre através dos processos de treinamento, por consequência o tipo de treinamento no qual a rede será submetida é definido a partir da arquitetura de rede, e pode ser, conforme Haykin (2007 apud GRANDO, 2020):

a) Treinamento Supervisionado: envolve o uso de um agente externo para fornecer as saídas desejadas com base em um conjunto de amostras aplicadas à entrada da RNA. Ao comparar o resultado obtido com o resultado esperado (erro), a rede ajusta seus parâmetros até que o erro seja minimizado ou considerado aceitável. Somente então é possível afirmar que a rede está treinada. Dentre os algoritmos de treinamento supervisionado destacam-se o Erro Médio Quadrático e o *Backpropagation*.

b) Treinamento Não-Supervisionado: não há um agente externo fornecendo a saída esperada para a rede. Em vez disso, a própria rede deve ser capaz de se organizar e identificar padrões e subconjuntos similares nos dados de entrada, criando novas classes de saída, caso haja tipos de dados específicos ainda não identificados. Durante o treinamento não supervisionado, os pesos e parâmetros da RNA são ajustados pelo algoritmo de acordo com regras pré-estabelecidas, até que a rede alcance a configuração desejada. Entre os algoritmos de treinamento não supervisionado, um exemplo é o Aprendizado Competitivo.

c) Treinamento por Reforço: diferentemente do treinamento supervisionado, o treinamento por reforço não possui respostas esperadas na saída da rede. Ele consegue identificar se as saídas geradas estão certas ou não, além disso é um método fundamentado na tentativa e erro. Assim, os ajustes dos pesos resultam somente das respostas obtidas durante o treinamento, de maneira a reforçar as respostas satisfatórias.

A par dos fatos, é possível traçar caminhos para a idealização do uso de RNAs em sala de aula, desde a identificação facial para registro de presença até a possibilidade de categorização de expressões faciais, dados dos estudantes, planos de aula e demais registros. Há um leque de oportunidades viáveis no meio educacional, porém é preciso ter domínio dessas ferramentas e infraestrutura necessária a sua implementação.

Quanto à infraestrutura e, conseqüentemente, a situação financeira, atualmente, a maioria das escolas não possuem condições de empregar este tipo de tecnologia em suas salas de aula. No entanto, referente às ferramentas, é factível a aprendizagem desses assuntos por parte dos docentes, e também, o incentivo em pesquisas na área para manter os docentes da Educação Básica atualizados e preparados para futura implementação desta área do conhecimento que cresce a cada dia.

EMPREGABILIDADE DA TECNOLOGIA NO AMBIENTE ESCOLAR

Ao mencionar a tecnologia no ambiente escolar, geralmente, remete-se a objetos, como computador, *internet*, GeoGebra, *datashow*. Porém, a tecnologia que é capaz de ser empregada na Educação é muito mais ampla, conforme abordado ao longo deste artigo. Por isso, discorrer sobre alguns trabalhos feitos por outros autores sobre esse tema é importantíssimo, uma vez que consegue nortear as possíveis contribuições da tecnologia no ambiente escolar.

Isto posto, em seu artigo, Grando (2020) propõe o uso de RNAs no contexto de salas de aulas inteligentes para analisar as emoções faciais dos estudantes. Logo, sua proposta é pautada na possibilidade de relacionar as expressões faciais dos estudantes com o processo de ensino e aprendizagem. Infelizmente, este estudo não foi aplicado em sala de aula em virtude da pandemia, e conseqüentemente, não trouxe aspectos aprofundados sobre as relações das emoções com a aprendizagem.

Ainda assim, este estudo contribui significativamente em questões sobre a análise facial, já que sua adaptação para o reconhecimento facial é viável, sendo capaz de acarretar na substituição do ponto eletrônico no ambiente de trabalho, uma vez que poderia identificar e gerar um relatório de cada pessoa neste local e seu tempo nele. Além disso, este estudo pode ser usado como base para aprofundar a pesquisa sobre o reconhecimento de expressões faciais, possibilitando que no futuro outro pesquisador consiga um resultado satisfatório na análise facial aliada à aprendizagem dos estudantes.

Diferentemente do estudo anterior, Souza e Araújo (2021) optaram por desenvolver um trabalho com o objetivo de analisar séries temporais sobre os índices de evasão e retenção escolar na modalidade de Ensino Médio Profissional e a partir da identificação de

características destas séries usar RNAs para prevê-las. Para mais, de acordo com os autores, o modelo preditivo criado é aceitável para os padrões de acurácia, porém por levar em consideração a população de determinada região e uma amostra representativa da mesma, o modelo construído, provavelmente, não representa a realidade de outras regiões, sendo ineficaz nessa situação.

E, por fim, há Lavareda, Colonna, Oliveira, Monteiro e Gonçalves (2022) que em seu estudo usaram das RNAs para evitar fraudes durante a utilização de sistemas juízes on-line, geralmente, usados nas disciplinas introdutórias de programação para melhorar as habilidades de programação dos estudantes. Esses sistemas possuem somente uma verificação de login mediante solicitação de senha, possibilitando que outras pessoas, após logado, desenvolvam a programação.

Portanto, o estudo discorre a partir da premissa de que cada pessoa possui uma digitação única, como: a rapidez de escrita e o tempo de pressão na tecla. A partir disso, desenvolveu-se uma rede neural siamesa cuja metodologia consistiu na coleta dos dados, pré-processamento, treinamento e autenticação do usuário. Não obstante, o trabalho apresentou falhas relevantes, como a dificuldade de identificar a autenticidade do usuário quando as atividades solicitadas diferiam das atividades usadas para o treinamento, bem como, em decorrência da mudança na digitação do estudante após se familiarizar com a programação.

Por conseguinte, é plausível afirmar que embora os trabalhos abordem assuntos diferentes, eles contribuem significativamente para uma mesma área, a Educação, influenciando direta e indiretamente a docência e o processo de ensino e aprendizagem. Também, vale ressaltar a importância do desenvolvimento de novos estudos, pois a realidade e/ou situação estudada é mutável e necessita de um olhar diferenciado podendo, em certos casos, ser admissível uma análise e criação de um modelo abrangente e em outros não.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mediante a análise bibliográfica é concebível concluir que o uso de tecnologias, dentre elas, as RNAs, a IoT e a IA, podem ser empregadas em vários setores da Educação.

Porém, é necessário um amplo conhecimento para construir essas tecnologias e para manuseá-las no cotidiano escolar.

Em vista disso, torna-se essencial, para além da criação e implementação de tecnologias no ambiente escolar, também, suporte para que docentes, direção, coordenação e estudantes sejam capazes de usufruí-la com qualidade. Por isso, é preciso organizar meios de preparar esses indivíduos a essa nova realidade educacional. Logo, em busca da melhoria da qualidade de ensino e da Educação como um todo, estudos que contemplem os cenários supracitados devem ser incentivados e desenvolvidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, Lucas Pereira de. **Modelo de um neurônio humano**. 2016. Imagem. Disponível em: <<https://www.ifmg.edu.br/sabara/biblioteca/trabalhos-de-conclusao-de-curso/tcc-documentos/TCCLucasAzevedo.pdf>>. Acesso em: 20 jul. 2023.

BRITO, Rafael Leonardo de Lima. **Potencial da Internet das Coisas na Saúde, Educação e Segurança Pública no Brasil**. Recife. 2017. 44p. Disponível em: <<https://www.cin.ufpe.br/~tg/2017-2/rllb-tg.pdf>>. Acesso em: 18 jul. 2023.

FLECK, Leandro et al. Redes neurais artificiais: princípios básicos. **Revista Eletrônica Científica Inovação e Tecnologia**, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira, Medianeira, Paraná, Brasil, v. 1, n. 13, p. 47-57, jan./jun. 2016. Disponível em: <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/57830283/4330-15577-1-PB-libre.pdf?1542898208=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DREDES_NEURAIAS_ARTIFICIAIS_PRINCIPIOS_BAS.pdf&Expires=1689792473&Signature=RzCQppNjuJhbKSf53jQowzGfjM4nJXaMinjND-ACoZ-8ktfP0Ly1MnUUhB~CShPujfg7y-FLROmWNgwgZMT687Dh6thQ4Y4K9jWf2r2TWkR6Dh9t3aAgjgynRNwkPfeFPgKruP21-V04BF-yfB-WpQm4YXFW5euFiyP~FBjouZghjuJWm8n8TC7N0h6KmvkHObg7QOIDejOkgXpiM2M2Vi6SPJWfqNhxS2xa3atRlz1A2CyOqTFEHat8hVtMrp2qSQEO0RZa60cnhI3rQMGUKvwSDEJhXuNhaTQYIYBNwa8qBIBfTrUdDPOv2wwEQ3lzytFcJTAroT1BA2LV2UmbQA__&Key-Pair-Id=APKAJL OHF5GGSLRBV4ZA>. Acesso em: 19 jul. 2023.

FURTADO, M. I. V. **Redes neurais artificiais: uma abordagem para sala de aula**. Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019.

HARA, K.; SAITO, D.; SHOUNO, H. Analysis of function of rectified linear unit used in deep learning. In: **2015 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN)**. [S.l.: s.n.], 2015. p. 1–8.

HAYKIN, Simon. **Redes Neurais: Princípios e Prática**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman Editora, 2001. p. 898. disponível em:

<https://books.google.com.br/books?id=bhMwDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: 20 jul. 2023.

LAVAREDA FILHO, Ronem Matos *et al.* Autenticação de alunos utilizando Dinâmica de Digitação e Redes Neurais Profundas em sistemas Juiz On-line. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 33. , 2022, Manaus. **Anais** [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2022. p. 1222-1232. Disponível em: <<https://sol.sbc.org.br/index.php/sbie/article/view/22495/22319>>. Acesso em: 09 ago. 2023.

MAGRANI, Eduardo. **A Internet das Coisas**. Rio de Janeiro. FGV, 2018.

MARTINS, André Oliveira. **Redes neurais no ensino básico**. 2020. p. 126. Disponível em: <<https://www.repositorio.ufal.br/bitstream/riufal/7642/1/Redes%20neurais%20no%20ensino%20b%c3%a1sico.pdf>>. Acesso em: 20 jul. 2023.

MAAS, A. L.; HANNUN, A. Y.; NG, A. Y. Rectifier nonlinearities improve neural network acoustic models. In: **in ICML Workshop on Deep Learning for Audio, Speech and Language Processing**. [S.l.: s.n.], 2013.

OLIVEIRA, Sergio Silva *et al.* Inovação na Educação: Internet das Coisas e Tecnologias Inteligentes com Novos Modelos e Estilo de Aprendizagem. In: ENPI (Encontro Nacional de Propriedade Intelectual), 5., 2019, Florianópolis. **Anais do V ENPI**. Florianópolis: [sn], v.5, n.1, 2019. p. 870-879. Disponível em: <<https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/13766/2/InovacaoEducacaoIoT.pdf>>. Acesso em: 18 jul. 2023.

Organização das Nações Unidas (ONU). **Transformando Nosso Mundo: Uma Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. 2023. Disponível em: <https://www.mds.gov.br/webarquivos/publicacao/Brasil_Amigo_Pesso_Idosa/Agenda2030.pdf>. Acesso em: 5 de agosto de 2023.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

RAUBER, Thomas Walter. **Redes Neurais Artificiais**. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Thomas-Rauber-2/publication/228686464_Redес_neurais_artificiais/links/02e7e521381602f2bd000000/Redes-neurais-artificiais.pdf>. Acesso: 20 jul. 2023.

SILVA, Ivan Nunes da; SPATTI, Danilo Hernane; FLAUZINO, Rogério Andrade. **Redes neurais artificiais: para engenharia e ciências aplicadas**. São Paulo: Artliber, 2010.

SILVA, Sani de Carvalho Rutz da; JUNIOR, Albino Szesz. **Internet das Coisas na educação: uma visão geral**. Ponta Grossa: Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista, v. 2, n.1, 2018. 57-69p. Disponível em: <<https://scholar.archive.org/work/wosyqxtkn5ecrh6jf2h64a3y44/access/wayback/http://srvapp>>

2s.santoangelo.uri.br/seer/index.php/encitec/article/download/2717/pdf-Silva>. Acesso em: 18 jul. 2023.

SOUZA, Francicleide Geremias da Costa; ARAUJO, Ricardo de Andrade. Previsão de Evasão e Retenção no Ensino Médio Profissional: Uma Abordagem Baseada em Redes Neurais. **Revista Semiárido De Visu**, [S. l.], v. 9, n. 1, p. 53–64, 2021. DOI: 10.31416/rsdv.v9i1.32. Disponível em: <<https://semiariodevisu.ifsertao-pe.edu.br/index.php/rsdv/article/view/32>>. Acesso em: 9 ago. 2023.