

Impactos da implementação da Inteligência Artificial na tomada de decisão médica

Impacts of the implementation of Artificial Intelligence in medical decision making

Impactos de la implementación de la Inteligencia Artificial en la toma de decisiones médicas

Israel Áquila Nogueira¹, Andréa Martins Cristovão², Kelly de Assunção Silva³, Raphael Donizette Vieira Bállico⁴

Resumo

Nos dias atuais, tem-se observado na área médica o aumento da necessidade da realização de diagnósticos rápidos, a falta de aparatos tecnológicos para a sua execução e a resistência à utilização de novas tecnologias no apoio à tomada de decisão médica. A soma desses fatores tem prejudicado a eficiência dos atendimentos, desde os casos mais simples aos mais complexos, comprometendo a vida dos pacientes e podendo levá-los à morte. Entretanto, com o auxílio de um Sistema Especialista estruturado na tecnologia de Redes Neurais Artificiais, é possível diminuir o risco de insucesso. A partir de um sistema que recebe os sintomas do paciente como entrada de dados e os relaciona com o histórico do indivíduo, é possível realizar pré-diagnósticos que fornecem subsídio para a tomada de decisão médica, promovendo

agilidade e eficácia ao atendimento. Portanto, após a análise de diversas publicações da área, este estudo visa apresentar o conceito, o funcionamento e as funcionalidades da tecnologia de Inteligência Artificial, contrastar as vantagens e desvantagens da sua implementação, bem como sua aceitação no meio médico. Para a realização deste estudo, foi escolhido o método de revisão bibliográfica que servirá de base para futuros estudos de campo.

Descritores: Sistemas Especialistas; Inteligência Artificial; Medicina; Tomada de Decisão.

Abstract

Presently, there is in the medical area an increasing need of fast diagnoses, lack of technological apparatuses to make them and resistance to the use of new technologies to support medical decision making. The sum of these factors affects the efficiency of treatments, from the simplest to the most complex cases, thus compromising patients' lives and possibly leading to death. However, with the aid of an Expert System structured

¹ Graduando em Engenharia da Computação na FIAP. E-mail: israel.anogueira@gmail.com

² Doutoranda e Mestre em Engenharia, Pós Graduada em TI, Bacharel em Comunicação e Web Design – Professora na FIAP. E-mail: praandrea@hotmail.com

³ Graduanda em Engenharia da Computação na FIAP. E-mail: ke.lly_94@hotmail.com

⁴ Graduando em Engenharia da Computação na FIAP. E-mail: ballicorapha@gmail.com

on Artificial Neural Network technology, it is possible to reduce the risk of failure. The system receives the patient's symptoms as input data and relates it to the history of the individual, making it possible to conduct a pre-diagnosis that provide subsidies to medical decision making, hence enabling agility and effectiveness to medical care. Drawing on literature in the area, this study aims to present the concept, operation and features of the Artificial Intelligence technology, to contrast the advantages and disadvantages of its implementation, as well as its acceptance in the medical area. The method used in this study was the literature review, which will be used as base for future field studies.

Key words: Expert System; Artificial Intelligence; Medicine; Decision Making.

Resumen

Actualmente, se ha observado en el campo de la medicina la creciente necesidad de realizar un diagnóstico rápido, la falta de dispositivos tecnológicos para su aplicación y la resistencia al uso de las nuevas tecnologías en apoyo de la toma de decisiones médicas. La suma de estos factores ha debilitado la eficacia de lo tratamiento, poniendo en peligro la vida de los pacientes, lo que puede llevar a la muerte. Sin embargo, con la ayuda de un Sistema Especialista estructurado en la tecnología de Red Neuronal Artificial, es

Impactos da implementação da Inteligência Artificial...

posible reducir el riesgo de fracaso. De un sistema que recibe los síntomas del paciente y los relaciona con la historia de la persona, es posible realizar pré-diagnósticos que proporcionan beneficios para la toma de decisiones médicas. Por lo tanto, después el análisis de varias publicaciones en el campo, este estudio tiene como objetivo presentar el concepto, el funcionamiento y la funcionalidad de la tecnología de Inteligencia Artificial, en contraste con las ventajas y desventajas de su aplicación, así como su aceptación en el entorno médico. Para este estudio, se eligió el método de revisión de la literatura como base para los estudios de campo en el futuro.

Descriptor: Sistemas Especialistas; Inteligencia Artificial; Medicina; Toma de Decisiones.

Introdução

Todo ser humano comete erros e uma das principais áreas em que se deseja minimizar este cenário é a medicina. Por mais capacitado que seja o especialista, é muito difícil assimilar tantas informações de sintomas, causas e históricos de pacientes para a tomada de decisão⁽¹⁾. Esses detalhes podem ser cruciais, por exemplo, para a descoberta de doenças graves a tempo de impedir seu avanço. É com o objetivo de prevenir esses casos que a Inteligência Artificial e os Sistemas Especialistas são

A Inteligência Artificial (IA) foi desenvolvida há mais de 50 anos, com o objetivo de fazer com que os computadores se apresentem inteligentes a partir de métodos que se baseiam na forma como os seres humanos pensam⁽¹⁾. Ao longo dos anos, diversos tipos de pesquisas e projetos contribuíram para o seu desenvolvimento. A IA abrange uma vasta área de conhecimento que consiste de técnicas como: Lógica *Fuzzy*, Redes Bayesianas, Redes Neurais Artificiais, entre outras⁽²⁾.

Com essa expansão, tornou-se possível desenvolver sistemas baseados no conhecimento de áreas específicas, denominados Sistemas Especialistas, cujo objetivo é fornecer auxílio à tomada de decisão médica, diminuindo os riscos na realização dos diagnósticos⁽³⁾. O exemplo de Sistema Especialista especificado neste documento tem estrutura fundamentada na tecnologia de Redes Neurais Artificiais (RNA), devido à sua característica única de imitar o funcionamento do cérebro humano, reproduzindo artificialmente neurônios que recebem e enviam sinais, agregando aprendizado ao sistema.

Apesar de ser uma área que ainda necessita de pesquisas e de melhorias, a Inteligência Artificial aplicada à medicina possui potencial para aperfeiçoar o modo como os profissionais de saúde analisam

Impactos da implementação da Inteligência Artificial... situações e tomam decisões, já que desde seus primeiros artefatos, a IA tem apresentado resultados relevantes e que geram expectativas quanto à sua utilização para salvar vidas.

Definição de inteligência artificial

A Inteligência Artificial não é uma tecnologia recente, apesar da sua crescente notoriedade nos diversos tipos de mídia. Sua ideia originou-se da junção de várias áreas de conhecimento ao longo da história, que contribuíram de maneira significativa para o seu desenvolvimento, como: Filosofia, Matemática, Economia, Neurociência, Psicologia e Engenharia de Computadores⁽⁴⁾.

Oficializada em 1956, seu objetivo é fazer com que os computadores apresentem inteligência a partir de algoritmos complexos e métodos que funcionam de maneira semelhante à forma dos seres humanos pensarem e resolverem problemas⁽¹⁾. Portanto, a Inteligência Artificial é uma área de conhecimento universal que sistematiza e automatiza tarefas que são realizadas pelos seres humanos e que exigem algum nível de intelectualidade, ou inteligência⁽⁴⁾.

Desde o seu início, a IA tem sido aplicada à área da medicina, como por exemplo o Sistema Especialista Mycin, em 1970. Este era utilizado para fornecer sugestões a respeito do diagnóstico de pacientes com doenças infecciosas,

explicando sua própria linha de raciocínio⁽¹⁾.

Com uma base de 450 regras, o sistema podia diagnosticar doenças como bacteremia, meningite e cistite infecciosa, e explicar o raciocínio adotado para a conclusão do seu diagnóstico⁽⁵⁾.

Ao longo dos anos, o campo de Inteligência Artificial se destacou como uma área distinta na Ciência da Computação e alguns exemplos de sua usabilidade são: aprendizado, raciocínio e resolução de problemas⁽⁶⁾.

As diversas técnicas de aplicação da Inteligência Artificial variam no funcionamento, na lógica aplicada e, principalmente, na saída que se espera dos algoritmos. Atualmente, essas técnicas estão divididas em duas categorias: Deterministas e Não-Deterministas.

Técnicas Deterministas

Basicamente, a diferença entre as duas categorias se dá pelo tipo de ambiente em que se encontra o programa. Nas técnicas deterministas, os algoritmos se adequam a ambientes cuja característica é a entrada de dados que podem ser pré-determinados com baixo ou nenhum grau de incerteza. Nesta categoria, encontram-se os seguintes tipos de algoritmos: Máquinas de Estados Finitos, Lógica *Fuzzy* e Sistemas Baseados em Regras⁽⁷⁻⁸⁾.

Impactos da implementação da Inteligência Artificial...

Máquina de Estados Finitos

As Máquinas de Estados Finitos (MEF) caracterizam-se como algoritmos que possuem os estados possíveis da máquina armazenados em nós de grafo, cujas ligações são as condições para que os estados ocorram⁽⁷⁾. Trata-se de estruturas que podem ser aplicadas a controles de elevadores, semáforos e até protocolos de redes industriais⁽⁹⁾. Um exemplo de aplicação das MEF na área da saúde é o jogo “Uma aventura na Floresta da Dentolândia”, cuja função é conscientizar mães sobre a saúde bucal de seus bebês⁽⁸⁾.

Lógica *Fuzzy*

A Lógica *Fuzzy* não só analisa os estados e age em resposta a eles, como também determina quão preciso ou quão verdadeiro é o estado. Dessa maneira, o sistema pode admitir uma sentença que pode ser: Muito alto, Alto, Baixo e Ideal⁽¹⁰⁾. O grau de certeza dos estados levará a uma determinada resposta. Um exemplo de sua aplicação na área da saúde é um software proposto por Silva⁽¹¹⁾, desenvolvido para dispositivos móveis com o intuito de auxiliar no diagnóstico de pessoas com suspeita de hérnia na região inguinal. Outro exemplo trata de um modelo matemático baseado na teoria dos conjuntos *fuzzy* para determinar o risco arterial coronariano⁽¹²⁾.

Sistemas Baseados em Regras

Os Sistemas Baseados em Regras são tipos de Sistemas Especialistas que tomam suas decisões com base na sua correspondência com as muitas regras do sistema⁽⁷⁾. Basicamente, sua função é fornecer o conhecimento de um especialista, por exemplo, um médico, simulando a tomada de decisão e provendo diagnósticos, a partir de uma estrutura de análise <se-então> (condição-ação).

Técnicas Não-Deterministas

De maneira oposta às técnicas deterministas, um sistema de IA implementado com um método não-determinista consegue se adaptar a um ambiente imprevisível ou incerto. O grau de tratamento da incerteza depende de qual técnica será usada, o que permite que o sistema entenda as entradas e se molde para melhor tratar a saída. Nesta categoria estão inseridas as seguintes técnicas: Algoritmos Genéticos, Redes Bayesianas e Redes Neurais Artificiais⁽⁷⁻⁸⁾.

Algoritmos genéticos

A técnica de Algoritmos Genéticos (AG) cria populações com base nos princípios de Darwin e da seleção natural, onde os dados herdeiros são gerados pela combinação de um tipo de DNA virtual dos pais⁽⁴⁾. Estes

Impactos da implementação da Inteligência Artificial... algoritmos possibilitam que o sistema tome decisões diferenciadas baseadas no ambiente em que está envolvido. Os AG são muito utilizados em sistemas que possuem diversas restrições e que não podem ser representadas matematicamente, tais como Problema de Otimização de Rota de Veículos e Otimização de Layout de Circuitos⁽¹³⁾. Um exemplo de aplicação de AG na medicina é o estudo proposto por Passos e Matias⁽²⁾, cujo objetivo é prover suporte ao diagnóstico da doença obstrutiva coronariana, apresentado como parte de um sistema especializado no Suporte ao Diagnóstico de Cardiopatias.

Redes Bayesianas

A Rede Bayesiana é uma técnica complexa, cuja lógica se baseia em probabilidades. Sua estrutura consiste em um grafo onde as variáveis são representadas por nós e os arcos que os unem simbolizam suas dependências. Cada nó possui uma função que determina qual caminho é o mais provável de ser utilizado⁽¹⁴⁾. Um exemplo de aplicação dessa metodologia é o Simulador de Casos de Saúde (SimDeCS), que possibilita a interação com o usuário num ambiente que apresenta modelagem do conhecimento delineada pela Rede Bayesiana e utilização de probabilidades para geração de diagnósticos⁽⁷⁾.

Redes Neurais Artificiais

Rede Neural Artificial é a metodologia

que tenta reproduzir características do cérebro humano com base no ambiente em que está envolvida. Esta tecnologia possui a habilidade de aprender através de exemplos, graças à sua estrutura de neurônios interconectados com funções específicas que, quando ativados, executam uma determinada tarefa⁽⁴⁾. Exemplos de utilização desta técnica na área da saúde são sistemas propostos para predição da soroprevalência da Hepatite A⁽¹⁵⁾ e para avaliação da sensibilidade e da especificidade de questionários escritos de varredura em alergia ocular⁽¹⁶⁾.

Definição de Sistema Especialista

Um Sistema Especialista (SE) é uma técnica de Inteligência Artificial desenvolvida para processar informações não numéricas⁽⁵⁾, com o objetivo de auxiliar na resolução de problemas que não possuem regras ou processos claramente definidos, ou cuja solução exige excessivo tempo de processamento⁽¹⁷⁾.

Os SE habilitam os computadores a trabalharem como faria um especialista humano, armazenando seu conhecimento e auxiliando não especialistas na resolução de problemas através de inferências computacionais. Estes sistemas podem gerar

Impactos da implementação da Inteligência Artificial...

conclusões complexas, explicando o que estão fazendo e porque estão fazendo⁽¹⁸⁾. Dentre seus objetivos está o de preservar e transmitir o conhecimento de um especialista⁽¹⁷⁾.

Uma das principais aplicações para os sistemas especialistas são os sistemas de diagnóstico. Nestes ambientes, o Sistema Especialista recebe informações do usuário sobre as características do problema do paciente⁽¹⁹⁾, a exemplo do que fazia o sistema Mycin: uma seção do sistema iniciava-se com um questionário solicitando dados como nome, idade, sexo, tempo de manifestação dos sintomas, resultados de exames, entre outros⁽⁵⁾. Com base nessas premissas, o SE decide qual o meio mais provável para chegar até a solução⁽¹⁹⁾.

Funcionamento de um Sistema Especialista

A estrutura de um Sistema Especialista pode variar de autor para autor, dependendo da base de raciocínio, das regras e dos casos considerados^(3,18). Por isso, a intenção deste documento é apresentar uma estrutura com base nos diversos modelos encontrados.



Figura 1 – Estrutura de um Sistema Especialista.

Fonte: Adaptado de Passos (2005), Py (2009), Santos (2011), e Souza e Talon (2013).

As três principais áreas da arquitetura de um Sistema Especialista são: a Base de Conhecimento, o Motor de Inferência e a Memória Operacional. Outros componentes da estrutura podem ser considerados subsistemas, como a Base de Regras, o Mecanismo de Aprendizagem, o Quadro Negro, o Sistema de Justificação e a Interface do Usuário. Os componentes externos à estrutura do SE são aqueles que podem gerar conteúdo ao sistema (especialistas e engenheiros do conhecimento) e aqueles que o utilizam, ou seja, os usuários^(1, 3, 5, 18).

A Base de Conhecimento é o componente que armazena todo o conhecimento do especialista humano e que deve ser formalizado pelo engenheiro do conhecimento⁽³⁾, cuja função é aprender conceitos de uma determinada área e produzir uma representação dos seus objetos e suas

relações⁽⁴⁾. O contato da Base de Conhecimento com o Mecanismo de Aprendizagem favorece a atualização da base a partir de novas regras e fatos obtidos.

O Motor de Inferência (ou Mecanismo de Inferência) tem a função de processar o conhecimento, por meio da busca repetitiva de dados na Base de Conhecimento⁽³⁾, além de analisá-lo conforme as regras estabelecidas pela Base de Regras. Sua estrutura é definida conforme o tipo de problema⁽¹⁸⁾ e é neste mecanismo que o sistema de raciocínio incerto é inserido para representar a incerteza do conhecimento dessa área⁽⁵⁾. Todos os processos de resolução do Motor de Inferência são registrados, reescritos e atualizados no Quadro Negro, que por sua vez encaminha as informações para o Sistema de Justificação e para o Mecanismo de Aprendizagem (para este último somente

quando há aprendizado do sistema).

O Sistema de Justificação é utilizado para retornar ao usuário todo o processo realizado pelo Motor de Inferência, justificando as regras e fatos utilizados para chegar ao resultado. Este componente esclarece o resultado final do pré-diagnóstico gerando confiabilidade⁽³⁾.

A Memória Operacional armazena os principais fatos dos problemas e os valores das variáveis informadas pelo usuário que poderão, posteriormente, gerar um relatório descrevendo todo o processo realizado pelo SE⁽¹⁸⁾. Este componente trabalha em parceria com o Motor de Inferência, carregando todas as variáveis necessárias e permitindo a sua reescrita; por isso também é chamado de Memória de Trabalho⁽⁵⁾.

Todas as informações processadas serão encaminhadas ao usuário por meio da Interface do Usuário. Esta interface deve ser de fácil entendimento e compreensível para que qualquer profissional possa operar o sistema⁽³⁾. Portanto, o usuário pode ser especialista ou não, porque o sistema pode ser operado por ambos; entretanto, é necessário que a pessoa tenha conhecimentos mínimos

da área⁽¹⁸⁾.

Funcionamento das Redes Neurais Artificiais

Conforme citado anteriormente, a tecnologia de Redes Neurais Artificiais (RNA) tenta reproduzir características do cérebro humano. Para obter esse resultado, o sistema é formado por várias unidades (neurônios) interconectadas por ligações denominadas vínculos^(4,15). Cada vínculo possui um peso associado a ele, que define o grau de relevância da conexão.

Esses neurônios geralmente são distribuídos em redes que podem ser acíclicas (também denominadas redes de alimentação direta ou *feedforward*) ou cíclicas (também denominadas redes recorrentes)⁽⁴⁾. Geralmente, é uma rede em camadas, onde os neurônios que recebem os sinais iniciais são os da camada de entrada, os que enviam os sinais finais são os neurônios da camada de saída, e os que estão entre essas camadas são os neurônios internos, localizados nas camadas ocultas⁽¹⁵⁾, conforme representado na Figura 2.

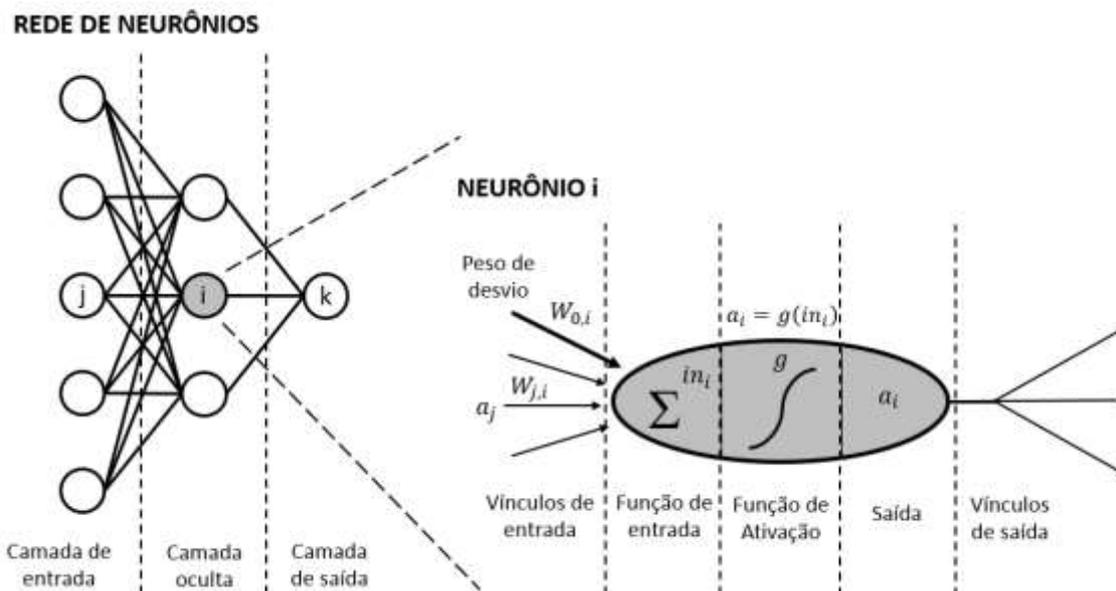


Figura 2 – Representação de uma rede de neurônios em camadas e de um único neurônio artificial.

Fonte: Adaptado de Santos *et al.* (2005) e Russell e Norvig (2004).

Em uma rede de neurônios artificiais, um sinal é passado de um neurônio *j* para um neurônio *i* por meio da ativação $a_j^{(4)}$. Quando estes sinais chegam ao neurônio *i* por meio dos vínculos de entrada, é ativada a Função de Entrada, cujo desígnio é realizar a soma ponderada dos pesos das conexões. Após essa etapa, na Função de Ativação, a soma ponderada é derivada para obtenção de um resultado no intervalo entre 0 e 1, geralmente através de uma função sigmoide, que gera um resultado não-linear (caso contrário, a rede entra em colapso, devido à sua estrutura). Se o resultado desta operação ultrapassar o valor do peso de desvio ($W_{0,i}$), é gerado um sinal de ativação (a_i) e o neurônio se torna apto a retransmitir o sinal através dos vínculos de saída. As operações realizadas pelo neurônio são baseadas na seguinte fórmula:

$$a_i = g(in_i) = \sum_{j=0}^n W_{j,i} a_j$$

O algoritmo de aprendizagem mais utilizado para o treinamento supervisionado dessas redes é o algoritmo *backpropagation* (retropropagação)⁽¹⁵⁾, que consiste do balanceamento dos pesos dos vínculos da rede, com base na experiência do sistema⁽²⁰⁾.

Vantagens e desvantagens da utilização de Sistemas Especialistas

Por se tratar de uma área de conhecimento e de uma tecnologia relativamente novas, ainda há muito o que pesquisar para melhorias futuras. Por isso, algumas das desvantagens da implementação dos Sistemas Especialistas são: necessidade de registros médicos antecedentes; interface do usuário não amigável; demanda de tempo de processamento⁽²¹⁾. Além disso, podem ser

identificados casos de resistência à sua utilização na área médica, como: medo de perder o controle das atividades; não aceitação da capacidade da máquina/sistema; falta de conhecimento em informática⁽²²⁾.

Entretanto, mesmo diante das dificuldades, as vantagens são animadoras: possibilita o acesso ao conhecimento de especialistas, sem necessidade de sua presença; pode ser utilizado para treinamento; rapidez na obtenção de possíveis soluções de problemas⁽²³⁾; chega a uma conclusão e explica o que faz e porque faz⁽¹⁸⁾; possui mecanismo de autoaprendizagem⁽⁵⁾; preserva e transmite o conhecimento de um especialista⁽¹⁷⁾; auxilia médicos distantes de um especialista na tomada de decisão⁽¹⁾.

Desempenho das Redes Neurais Artificiais

Podemos comprovar a eficiência das Redes Neurais Artificiais com números

Tabela 1 – Desempenho das RNA na identificação de pacientes infectados com Hepatite A.

Critério	Rede Neural	Regressão Logística
Taxa de Erro (%)	12	17
Sensibilidade (%)	70	52
Especificidade (%)	99	99

Fonte: Adaptado de Santos *et al.* (2005).

O uso das Redes Neurais na área médica pode ser feito em conjunto com outras técnicas de processamento, fazendo com que os resultados obtidos sejam mais completos e úteis em seu meio⁽¹⁵⁾.

Em um caso de aplicação de Redes Neurais à avaliação da sensibilidade e da

obtidos de modelos aplicados em áreas específicas da medicina, como por exemplo, na detecção de pacientes infectados com Hepatite A⁽¹⁵⁾. Para o treinamento da RNA foi utilizado um conjunto de 1.200 indivíduos com 33% dos casos soropositivos para o anti-HAV, outro conjunto de 762 pessoas com 38% de prevalência de soropositivos foi utilizado para validação e, para teste, foi utilizado um conjunto de 853 indivíduos com 34% dos casos soropositivos.

Com o uso da RNA, o sistema apresentou-se como uma eficiente ferramenta de classificação de soropositivos com a capacidade de classificar 88% do conjunto, em comparação à regressão logística que obteve resultado de 83% de concordância total no mesmo conjunto de teste. Alguns parâmetros do estudo de Santos *et al.*⁽¹⁵⁾ resultaram nos dados apresentados na Tabela 1.

especificidade de questionários escritos de varredura em alergia ocular, constata-se, segundo os números, que a rede apresentou capacidade de diagnóstico em 100% dos pacientes, predizendo os casos em que havia ocorrência da doença⁽¹⁶⁾. Para que a RNA fosse treinada, utilizou-se uma amostra de 102

pacientes, onde 61 deles, escolhidos aleatoriamente, foram utilizados para aprendizado e 41 para teste. A partir disso, a sua eficácia foi avaliada com os dados dos 102 pacientes, onde foram identificados 81 indivíduos alérgicos e 21 normais.

Além disso, neste estudo, a RNA foi utilizada para diminuir ao máximo o número de perguntas do questionário, deixando somente as mais eficazes. Chegou-se à conclusão de que as 7 questões selecionadas

pela RNA foram capazes de desempenhar a função das 15 questões originais.

Outro estudo realizado apresenta o modelo proposto por Costa *et al.*⁽²⁴⁾ para auxiliar estudantes de medicina no diagnóstico de doenças meningocócicas. Um sistema baseado em RNA foi treinado com 125 registros para identificação de sete tipos de doenças e os resultados dos experimentos indicaram eficiência satisfatória com os índices de acerto indicados na Tabela 2.

Tabela 2 – Desempenho das RNA na identificação de doenças meningocócicas.

Doença	Resultado obtido (%)
Meningococemia	80
Meningocócica	82
Tuberculosa	62,5
Outra bactéria	70
Asséptica	100
Outra etiologia	100
Pneumocócica	80

Fonte: Adaptado de Costa *et al.* (2010).

Considerações finais

Em vista de tudo o que foi apresentado, é possível concluir que a Inteligência Artificial gera impactos positivos quando aplicada à área médica, pois auxilia tanto especialistas, quanto não especialistas, na tomada de decisão, diminuindo a quantidade de falhas em diagnósticos, além de aumentar a possibilidade de descobrir uma doença antes que esta atinja um estágio avançado, preservando a vida de pacientes e colaborando com o trabalho dos profissionais.

Em suma, o objetivo dessa tecnologia

não é substituir o médico, mas sim auxiliá-lo com informações relevantes que o próprio profissional de saúde não consegue processar paralelamente ao atendimento ao paciente. A expectativa sobre essa tecnologia deriva do fato de estar em constante evolução perante os novos cenários que lhe são apresentados. O objetivo da aplicação da Inteligência Artificial é garantir maior qualidade no atendimento médico, colaborando com o foco do profissional, que é cuidar da saúde de todos.

Referências

1. Souza AR, Talon AF. Inteligência Artificial Aplicada à Medicina. Caderno de Estudos Tecnológicos. 2013;1(1):59-72.
2. Passos URC, Matias IO. Algoritmos genéticos e raciocínio baseado em casos aplicados a sistemas de suporte ao diagnóstico médico. In: Anais do XXI Simpósio de Engenharia da Produção; 2014 nov. 10-12; Bauru.
3. Santos HA. Utilização de um sistema especialista para diagnóstico de patologias ortopédicas dos membros inferiores [trabalho de conclusão de curso]. Palmas: Centro Universitário Luterano de Palmas, Universidade Luterana do Brasil; 2011.
4. Russell S, Norvig P. Inteligência Artificial. 2ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2004.
5. Py MX. Sistemas especialistas: uma introdução. Instituto de Informática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2009;10(11).
6. Silva BM, Vanderlinde M. Inteligência artificial, aprendizado de máquina. Centro de Educação Superior do Alto Vale do Itajaí, Universidade do Estado de Santa Catarina; Bela Vista; 2012.
7. Costa TKL, Machado LS, Moraes RM. Inteligência artificial e sua aplicação em serious games para saúde. Rev Eletron de Comun Inf Inov Saúde. 2014;8(4):525-39
8. Moraes AM. Planejamento e desenvolvimento de um serious game voltado ao ensino de saúde bucal em bebês [dissertação]. João Pessoa: Centro de Ciências Exatas e da Natureza – Departamento de Estatística, Universidade Federal da Paraíba; 2011.
9. Almeida TS, Silva ACR, Rossi SR. Modelagem e análise do padrão IEEE 1451 por meio de máquinas de estados finitos. In: Proceedings of International Conference on Engineering and Technology Education; 2010 mar. 07-10; Ilhéus, Brazil: Intertech, 2010.
10. Vilela ARS, Souza EM, Gonçalves RR, Santiago RG. Suporte ao processo de tomada de decisão na operação de bombas centrífugas, através de um sistema informatizado que emprega inteligência artificial. In: Anais do Congresso Nacional de Iniciação Científica; 2013 nov. 29-30; Campinas.
11. Silva AAV. Desenvolvimento de aplicações em medicina e agronomia utilizando lógica fuzzy e neuro fuzzy [tese]. Iha Solteira: Faculdade de Engenharia do Campus de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”; 2014.
12. Ferreti PAG, Castanho MJP. Modelo Matemático Fuzzy para Determinar o Risco Arterial Coronariano. Revista Ciências Exatas e Naturais. 2012;14(1):9-23.
13. Pacheco MAC. Algoritmos genéticos: princípios e aplicações. Inteligência Computacional Aplicada – Departamento de Engenharia Elétrica, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro; Rio de Janeiro; 1999.
14. Saheki AH. Construção de uma rede bayesiana aplicada ao diagnóstico de doenças cardíacas [dissertação]. São Paulo: Escola Politécnica, Universidade de São Paulo; 2005.
15. Santos AM, Seixas JM, Pereira BB, Medronho RA. Usando Redes Neurais Artificiais e Regressão Logística na Predição da Hepatite A. Rev Bras Epidemiol. 2005;8(2): 117-26.
16. Goulart DA, Tacla MA, Marback PMF, Solé D, Junior AP, Perez HB, et al. Redes neurais artificiais aplicadas no estudo de questionário de varredura para conjuntivite alérgica em escolares. Arq Bras Oftalmol. 2006;69(5):707-13.
17. Rosso ML, Kmeteuk OF, Amorim MF, Dias JS. Sistema Especialista de Apoio à Decisão em Ventilação Mecânica. In: Anais do VIII Congresso Brasileiro de Informática em Saúde; 2002 set. 29 – out. 02; Natal.
18. Passos A. Sistema especialista aplicado à assistência técnica: estudo de caso em uma organização fabricante de produtos de telecomunicações [dissertação]. Florianópolis: Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina; 2005.
19. Cardoso JP, Queiroz RS, Lopes CRS, Rosa VA. Um sistema especialista para apoio à decisão em exames ortopédicos de ombro, cotovelo e punho. In: Anais do IX Congresso Brasileiro de Informática em Saúde; 2004 nov. 07-10; Ribeirão Preto.
20. Pandorfi H, Silva IJO, Sarnighausen VCR, Vieira FMC, Nascimento ST, Guiselini C.

Uso de redes neurais artificiais para predição de índices zootécnicos nas fases de gestação e maternidade na suinocultura. R. Bras. Zootec. 2011;40(3):676-81.

21. Westphal JT. Modelagem difusa de um sistema especialista médico: avaliação dos fatores de internação em crianças queimadas [dissertação]. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina; 2003.
22. Sigulem D, Anção MS, Ramos MP, Leão BF. Sistemas de Apoio à Decisão em medicina. Arq. bras. cardiol. 1998;64(1):77-82.
23. Mendes RD. Inteligência Artificial: Sistemas Especialistas no gerenciamento da informação. Ci. Inf. 1997;26(1).
24. Costa FOC, Laranjeiras AS, Motta LCS, Nogueira JLT. Uma aplicação web baseada em redes neurais para auxiliar os discentes em medicina no diagnóstico de doenças meningocócicas. In: Proceedings of World Congress on Communication and Arts; 2010 abr. 18-21; Guimarães, Portugal: WCCA, 2010.

Participação dos autores:

NOGUEIRA IA- Concepção teórica, pesquisa de conceitos teóricos, elaboração do texto, análise de dados, revisão final do texto;
CRISTÓVÃO AM: Orientação do grupo na elaboração teórica;
SILVA KA: Concepção teórica, elaboração do texto, pesquisa sobre os impactos da tecnologia, coleta de dados;
BÁLLICO RDV: Concepção teórica, coleta de dados, coleta de fontes autorais para referências, elaboração do texto.

Recebido: 01.02.2017

Revisado: 01.02.2017

Aprovado: 01.02.2017