RESUMO EXPANDIDO - III. PESQUISA CIENTÍFICA RELACIONADA ÀS TECNOLOGIAS EDUCACIONAIS E ASSISTENCIAIS

REDES NEURAIS ARTIFICIAIS NA PREDIÇÃO DE SINTOMAS RESPIRATÓRIOS EM TRABALHADORES EXPOSTOS À FUMAÇA CIRÚRGICA

Larissa Padoin Lopes (laripadoinlopes@gmail.com)

Aline Franco Da Rocha (alineafr@uel.br)

Helenize Ferreira Lima Leachi (helenizeleachi@uel.br)

Renata Perfeito Ribeiro (perfeito@uel.br)

Redes neurais artificiais na predição de sintomas respiratórios em trabalhadores expostos à fumaça cirúrgica

Introdução

A exposição à fumaça cirúrgica constitui um risco ocupacional relevante e ainda subestimado nos serviços de saúde, uma vez que a fumaça cirúrgica é composta por 95% de água, e o restante por compostos químicos, como benzeno, formaldeído e outros compostos orgânicos voláteis, associados a efeitos adversos à saúde, incluindo irritações respiratórias, alterações

neurotóxicas e potencial carcinogênico (Leachi et al., 2024). A exposição prolongada pode desencadear sinais e sintomas como tosse, espirros, congestão nasal e dispneia, comprometendo a saúde e o desempenho ocupacional (Bieniek; Leachi; Ribeiro, 2022).

Apesar da adoção de medidas preventivas, como ventilação adequada e uso de Equipamentos de Proteção Individual, esses recursos nem sempre garantem proteção eficaz, reforçando a necessidade de estratégias complementares para vigilância em saúde do trabalhador (Mahdood et al., 2024).

Nesse contexto, o uso de técnicas de Machine Learning destaca-se como abordagem inovadora para a predição de agravos à saúde. As redes neurais artificiais, inspiradas no funcionamento do cérebro humano, apresentam elevada capacidade de identificar padrões complexos e realizar predições a partir de grandes volumes de dados, sendo amplamente aplicadas em problemas de classificação e previsão (Géron, 2021). Assim, sua aplicação na predição de sintomas respiratórios em trabalhadores expostos à fumaça cirúrgica representa uma estratégia promissora para subsidiar intervenções precoces e fortalecer a segurança ocupacional (Xá; Mishra, 2024).

Objetivo

Avaliar a capacidade preditiva de um modelo baseado em redes neurais artificiais na predição de sintomas respiratórios em trabalhadores da saúde expostos à fumaça cirúrgica.

Método

Estudo transversal com abordagem preditiva, desenvolvido a partir de banco de dados proveniente de pesquisas do Grupo de Estudos em Gestão do Cuidado, Editoração Científica e Saúde do Trabalhador (GeeST), com aprovação pelos Comitês de Ética das instituições participantes. Os dados foram coletados entre 2021 (Instituições I e II) e 2023 (Instituição III).

A amostra foi composta por 364 trabalhadores da saúde (técnicos de enfermagem, enfermeiros e médicos) expostos à fumaça cirúrgica. Foram analisadas variáveis sociodemográficas e ocupacionais (idade, sexo, comorbidades, tabagismo, profissão, escolaridade, área de atuação e uso de Equipamentos de Proteção Individual), além da intensidade de sinais e sintomas, mensurada pela Escala para Avaliação da Intensidade dos Sinais e Sintomas Relacionados à Exposição à Fumaça Cirúrgica (EASE), cujo escore reflete a intensidade dos sinais e sintomas avaliados em cada domínio (Bieniek; Leachi; Ribeiro, 2022).

O desenvolvimento do modelo preditivo envolveu três etapas: pré-processamento dos dados, construção do algoritmo e treinamento/validação. Os dados foram tabulados em Microsoft Excel®, com dupla digitação, seguidos de limpeza e tratamento de inconsistências e valores ausentes.

Para modelagem, foi utilizada uma Rede Neural Artificial do tipo Perceptron Multicamadas (arquitetura feedforward), com treinamento supervisionado por retropropagação do erro, adequada para identificação de padrões não lineares. O conjunto de dados foi dividido em treino (70%), teste (15%) e validação (15%).

O desempenho do modelo foi avaliado por métricas como acurácia, sensibilidade, especificidade, matriz de confusão e evolução da função de perda, permitindo análise robusta da capacidade preditiva.

Para as etapas de pré-processamento e testes preliminares do modelo foram realizadas no MATLAB®, devido à sua interface interativa e ferramentas especializadas para modelagem. Posteriormente, os dados foram migrados para o Python®, onde foi conduzida a implementação final do modelo utilizando a biblioteca Keras, executada sobre a API TensorFlow.

Resultados

A amostra foi constituída por 364 trabalhadores da área da saúde, sendo que 64 (17,58%) eram médicos, 43 (11,81%) residentes de medicina, 11 (3,02%) enfermeiros, 59 (16,21%) técnicos de enfermagem e 2 (0,55%) foram classificados como outros. A média de idade dos participantes foi de 37 anos

(DP ±11,46), e a média de tempo de trabalho no centro cirúrgico foi de sete anos.

Em relação ao turno de trabalho, a maioria dos trabalhadores, 218 (63,55%), tinha turnos de trabalho integral, enquanto 62 (18,07%) trabalhavam no período matutino, 51 (14,86%) no período vespertino e 16 (3,52%) no período noturno.

Os trabalhadores fizeram uso de EPI contra a fumaça cirúrgica, sendo que 342 (93,96%) profissionais usavam máscara cirúrgica, 137 (37,64%) máscara N95, 178 (48,90%) fizeram o uso óculos para proteção ocular e 3 (0,82%) utilizaram o aspirador de fumaça

Entre os 364 trabalhadores avaliados, 166 (45,60%) não apresentaram sintomas respiratórios, 186 (51,10%) relataram baixa intensidade, 10 (2,75%) intensidade moderada e 1 (0,27%) alta intensidade. O modelo baseado em Rede Neural Artificial apresentou desempenho consistente, com acurácia variando de 85,42% a 88,33% no treinamento e entre 75,0% e 80,77% em operação, evidenciando adequada capacidade de generalização de novos dados.

A sensibilidade, indicador da capacidade do modelo em identificar corretamente os casos positivos (presença de sintomas), variou de 68,57% a 75,0%, evidenciando desempenho satisfatório, porém com potencial de aprimoramento na detecção de indivíduos sintomáticos. A consistência das predições foi verificada por meio da análise de casos representativos do banco de dados. Observou-se que um indivíduo assintomático foi corretamente classificado por uma das configurações com especificidade de 100%, confirmando a elevada capacidade do modelo em reconhecer casos negativos. De forma complementar, um caso sintomático foi corretamente identificado por configuração com sensibilidade de 73,68%, reforçando a capacidade do modelo em detectar a presença de sintomas. Esses achados sustentam a confiabilidade das predições realizadas pela rede neural, embora indiquem a necessidade de avanços para otimizar a sensibilidade do modelo.

A análise do processo de treinamento evidenciou redução consistente da função de perda, com rápida convergência e estabilização em valores inferiores a

0,0005 após aproximadamente 50 épocas. De forma complementar, a acurácia apresentou crescimento progressivo e estabilização acima de 85% no treinamento e em torno de 75% na validação, indicando aprendizado eficiente e ausência de instabilidade significativa.

A matriz de confusão demonstrou melhor desempenho na classificação de indivíduos sem sintomas e com baixa intensidade, enquanto a classe de maior intensidade apresentou maior taxa de erro, sugerindo limitação do modelo diante de classes menos representadas.

De forma geral, o modelo apresentou acurácia média de 86,59% no treinamento e 76,50% em operação, com especificidade média de 96,36% e sensibilidade de 71,29%, confirmando sua robustez na identificação de padrões associados à exposição ocupacional à fumaça cirúrgica.

Conclusão

A aplicação de redes neurais artificiais demonstrou elevado potencial na predição de sintomas respiratórios em trabalhadores expostos à fumaça cirúrgica, com desempenho robusto e boa capacidade de generalização. Os resultados evidenciam maior precisão na identificação de indivíduos assintomáticos, mantendo desempenho satisfatório na detecção de casos sintomáticos. Esses achados reforçam o uso de modelos preditivos como ferramenta estratégica para a vigilância em saúde do trabalhador, permitindo a identificação precoce de agravos e subsidiando intervenções direcionadas. Assim, a incorporação de técnicas de inteligência artificial no contexto ocupacional pode contribuir para o fortalecimento da segurança, prevenção de doenças e qualificação das práticas em saúde.

Referências

BIENIEK, A. A.; LEACHI, H. F. L.; RIBEIRO, R. P. Construction and validation of an intensity scale of signs and symptoms related to surgical smoke. Brazilian

Journal of Development, v. 8, n. 5, p. 41375-41388, 2022. DOI: https://doi.org/10.34117/bjdv8n5-567.

GÉRON, A. Mãos à obra: aprendizado de máquina com Scikit-Learn, Keras e TensorFlow: conceitos, ferramentas e técnicas para a construção de sistemas inteligentes. Rio de Janeiro: Alta Books, 2021. 640 p.

LEACHI, H. F. L.; ROCHA, A. F.; PEIXE, T. S.; LOPES, L. P.; SOUZA, V. D. B.; RIBEIRO, R. P. 1-Hydroxypyrene in the urine of health professionals exposed to surgical 69 smoke: Correlation with signs and symptoms. Revista de Enfermagem Referência, v. 6, n. 3, e33708, p. 1-7, 2024. DOI: https://doi.org/10.12707/RVI23.139.33708.

MAHDOOD, B.; MERAJIKHAH, A. M.; MIRZAIEE, M.; BASTAMI, M.; BANOUEIZADEH, S. Virus and viral components transmitted through surgical smoke; a silent danger in operating room: a systematic review. BMC Surg., v. 24, n. 1, p. 1-10, 2024. DOI: https://doi.org/10.1186/s12893-024-02514-z.

XÁ, I. A.; MISHRA, S. D. Artificial intelligence in advancing occupational health and safety: an encapsulation of developments. J Occup Health, v. 66, n. 1, 2024. DOI: https://doi.org/10.1093/joccuh/uiad017.

Artificial Neural Networks for Predicting Respiratory Symptoms in Workers Exposed to Surgical Smoke

Introduction

Exposure to surgical smoke constitutes a significant and still underestimated occupational hazard in healthcare settings. Surgical smoke is composed of approximately 95% water vapor, while the remaining fraction contains chemical compounds such as benzene, formaldehyde, and other volatile organic compounds associated with adverse health effects, including respiratory irritation, neurotoxic alterations, and carcinogenic potential (Leachi et al., 2024). Prolonged exposure may trigger signs and symptoms such as coughing, sneezing, nasal congestion, and dyspnea, compromising both workers' health and occupational performance (Bieniek, Leachi, & Ribeiro, 2022).

Despite the adoption of preventive measures, such as adequate ventilation systems and the use of Personal Protective Equipment (PPE), these resources do not always provide effective protection, reinforcing the need for complementary strategies in occupational health surveillance (Mahdood et al., 2024).

In this context, Machine Learning techniques have emerged as innovative approaches for predicting health outcomes. Artificial Neural Networks (ANNs), inspired by the functioning of the human brain, have a high capacity to identify complex patterns and generate predictions from large datasets, being widely applied to classification and forecasting problems (Géron, 2021). Therefore, their application in predicting respiratory symptoms among workers exposed to surgical smoke represents a promising strategy to support early interventions and strengthen occupational safety (Xá & Mishra, 2024).

Objective

To evaluate the predictive capacity of an Artificial Neural Network-based model for predicting respiratory symptoms in healthcare workers exposed to surgical smoke.

Method

A cross-sectional study with a predictive approach was conducted using a database derived from studies developed by the Study Group on Care Management, Scientific Publishing, and Occupational Health (GeeST), with approval from the Research Ethics Committees of the participating institutions. Data were collected in 2021 (Institutions I and II) and 2023 (Institution III).

The sample consisted of 364 healthcare workers (nursing technicians, nurses, and physicians) exposed to surgical smoke. Sociodemographic and occupational variables were analyzed, including age, sex, comorbidities, smoking status, profession, educational level, work area, and use of Personal Protective Equipment. The intensity of signs and symptoms was measured using the Scale for Assessing the Intensity of Signs and Symptoms Related to Exposure to Surgical Smoke (EASE), whose score reflects symptom severity within each domain (Bieniek, Leachi, & Ribeiro, 2022).

The development of the predictive model involved three stages: data preprocessing, algorithm construction, and training/validation. Data were entered into Microsoft Excel® using double-entry verification, followed by data cleaning and treatment of inconsistencies and missing values.

For modeling, a Multilayer Perceptron Artificial Neural Network (feedforward architecture) was employed, using supervised learning through error backpropagation, which is suitable for identifying nonlinear patterns. The dataset was divided into training (70%), testing (15%), and validation (15%) subsets.

Model performance was evaluated using accuracy, sensitivity, specificity, confusion matrix analysis, and loss function evolution, enabling a robust assessment of predictive capacity.

Data preprocessing and preliminary model testing were initially performed in MATLAB® due to its interactive environment and specialized modeling tools. Subsequently, the data were migrated to Python®, where the final model implementation was conducted using the Keras library running on the TensorFlow API.

Results

The sample comprised 364 healthcare professionals, including 64 physicians (17.58%), 43 medical residents (11.81%), 11 nurses (3.02%), 59 nursing technicians (16.21%), and 2 participants classified as other professionals (0.55%). The mean age was 37 years (SD ±11.46), and the average duration of work in the operating room was seven years.

Regarding work shifts, most participants (218; 63.55%) worked full-time schedules, while 62 (18.07%) worked morning shifts, 51 (14.86%) afternoon shifts, and 16 (3.52%) night shifts.

Workers reported using PPE against surgical smoke exposure: 342 (93.96%) used surgical masks, 137 (37.64%) used N95 respirators, 178 (48.90%) used eye protection goggles, and only 3 (0.82%) reported using smoke evacuation systems.

Among the 364 workers assessed, 166 (45.60%) reported no respiratory symptoms, 186 (51.10%) reported low-intensity symptoms, 10 (2.75%) moderate-intensity symptoms, and 1 (0.27%) high-intensity symptoms.

The Artificial Neural Network model demonstrated consistent performance, with training accuracy ranging from 85.42% to 88.33% and operational accuracy ranging from 75.0% to 80.77%, indicating an adequate capacity to generalize to new data.

Sensitivity, which reflects the model's ability to correctly identify positive cases (presence of symptoms), ranged from 68.57% to 75.0%, demonstrating satisfactory performance, although with room for improvement in identifying symptomatic individuals.

Prediction consistency was verified through representative cases from the dataset. An asymptomatic individual was correctly classified by one model configuration with 100% specificity, confirming the model's high capacity to identify negative cases. Likewise, a symptomatic case was correctly identified by a configuration with 73.68% sensitivity, reinforcing the model's ability to detect symptom presence. These findings support the reliability of ANN predictions while highlighting opportunities to improve sensitivity.

Training analysis revealed a consistent reduction in the loss function, with rapid convergence and stabilization below 0.0005 after approximately 50 epochs. Furthermore, accuracy progressively increased and stabilized above 85% during training and around 75% during validation, indicating effective learning and the absence of significant instability.

The confusion matrix demonstrated better performance in classifying asymptomatic individuals and those with low symptom intensity, whereas the highest-intensity symptom class showed a greater error rate, suggesting limitations when dealing with underrepresented classes.

Overall, the model achieved a mean training accuracy of 86.59% and an operational accuracy of 76.50%, with a mean specificity of 96.36% and sensitivity of 71.29%, confirming its robustness in identifying patterns associated with occupational exposure to surgical smoke.

Conclusion

The application of Artificial Neural Networks demonstrated high potential for predicting respiratory symptoms among workers exposed to surgical smoke, presenting robust performance and good generalization capacity. The results showed greater accuracy in identifying asymptomatic individuals while maintaining satisfactory performance in detecting symptomatic cases.

These findings reinforce the use of predictive models as a strategic tool for occupational health surveillance, enabling the early identification of health problems and supporting targeted interventions. Therefore, incorporating Artificial Intelligence techniques into occupational health settings may contribute

to strengthening workplace safety, disease prevention, and the improvement of healthcare practices.

References

BIENIEK, A. A.; LEACHI, H. F. L.; RIBEIRO, R. P. Construction and validation of an intensity scale of signs and symptoms related to surgical smoke. Brazilian Journal of Development, v. 8, n. 5, p. 41375-41388, 2022. DOI: https://doi.org/10.34117/bjdv8n5-567.

GÉRON, A. Mãos à obra: aprendizado de máquina com Scikit-Learn, Keras e TensorFlow: conceitos, ferramentas e técnicas para a construção de sistemas inteligentes. Rio de Janeiro: Alta Books, 2021. 640 p.

LEACHI, H. F. L.; ROCHA, A. F.; PEIXE, T. S.; LOPES, L. P.; SOUZA, V. D. B.; RIBEIRO, R. P. 1-Hydroxypyrene in the urine of health professionals exposed to surgical 69 smoke: Correlation with signs and symptoms. Revista de Enfermagem Referência, v. 6, n. 3, e33708, p. 1-7, 2024. DOI: https://doi.org/10.12707/RVI23.139.33708.

MAHDOOD, B.; MERAJIKHAH, A. M.; MIRZAIEE, M.; BASTAMI, M.; BANOUEIZADEH, S. Virus and viral components transmitted through surgical smoke; a silent danger in operating room: a systematic review. BMC Surg., v. 24, n. 1, p. 1-10, 2024. DOI: https://doi.org/10.1186/s12893-024-02514-z.

XÁ, I. A.; MISHRA, S. D. Artificial intelligence in advancing occupational health and safety: an encapsulation of developments. J Occup Health, v. 66, n. 1, 2024. DOI: https://doi.org/10.1093/joccuh/uiad017.

Redes neuronales artificiales en la predicción de síntomas respiratorios en trabajadores expuestos al humo quirúrgico

Introducción

La exposición al humo quirúrgico constituye un riesgo ocupacional relevante y aún subestimado en los servicios de salud, ya que el humo quirúrgico está compuesto por un 95 % de vapor de agua y el porcentaje restante por compuestos químicos, como benceno, formaldehído y otros compuestos orgánicos volátiles, asociados con efectos adversos para la salud, incluyendo irritaciones respiratorias, alteraciones neurotóxicas y potencial carcinogénico (Leachi et al., 2024). La exposición prolongada puede desencadenar signos y síntomas como tos, estornudos, congestión nasal y disnea, comprometiendo la salud y el desempeño laboral de los trabajadores (Bieniek, Leachi y Ribeiro, 2022).

A pesar de la adopción de medidas preventivas, como sistemas de ventilación adecuados y el uso de Equipos de Protección Personal (EPP), estos recursos no siempre garantizan una protección eficaz, lo que refuerza la necesidad de estrategias complementarias para la vigilancia de la salud de los trabajadores (Mahdood et al., 2024).

En este contexto, el uso de técnicas de Machine Learning se destaca como un enfoque innovador para la predicción de problemas de salud. Las redes neuronales artificiales, inspiradas en el funcionamiento del cerebro humano, presentan una elevada capacidad para identificar patrones complejos y realizar predicciones a partir de grandes volúmenes de datos, siendo ampliamente utilizadas en problemas de clasificación y pronóstico (Géron, 2021).

Por lo tanto, su aplicación en la predicción de síntomas respiratorios en trabajadores expuestos al humo quirúrgico representa una estrategia prometedora para apoyar intervenciones tempranas y fortalecer la seguridad ocupacional (Xá y Mishra, 2024).

Objetivo

Evaluar la capacidad predictiva de un modelo basado en redes neuronales artificiales para la predicción de síntomas respiratorios en trabajadores de la salud expuestos al humo quirúrgico.

Método

Estudio transversal con enfoque predictivo, desarrollado a partir de una base de datos proveniente de investigaciones del Grupo de Estudios en Gestión del Cuidado, Edición Científica y Salud del Trabajador (GeeST), con aprobación de los Comités de Ética de las instituciones participantes. Los datos fueron recopilados entre 2021 (Instituciones I y II) y 2023 (Institución III).

La muestra estuvo compuesta por 364 trabajadores de la salud (técnicos de enfermería, enfermeros y médicos) expuestos al humo quirúrgico. Se analizaron variables sociodemográficas y ocupacionales (edad, sexo, comorbilidades, tabaquismo, profesión, nivel educativo, área de actuación y uso de Equipos de Protección Personal), además de la intensidad de signos y síntomas, medida mediante la Escala para la Evaluación de la Intensidad de los Signos y Síntomas Relacionados con la Exposición al Humo Quirúrgico (EASE), cuya puntuación refleja la intensidad de los signos y síntomas evaluados en cada dominio (Bieniek, Leachi y Ribeiro, 2022).

El desarrollo del modelo predictivo involucró tres etapas: preprocesamiento de los datos, construcción del algoritmo y entrenamiento/validación. Los datos fueron tabulados en Microsoft Excel®, mediante doble digitación, seguidos de procesos de depuración y tratamiento de inconsistencias y valores faltantes.

Para la modelización se utilizó una Red Neuronal Artificial del tipo Perceptrón Multicapa (arquitectura feedforward), con entrenamiento supervisado mediante retropropagación del error, adecuada para la identificación de patrones no lineales. El conjunto de datos se dividió en entrenamiento (70 %), prueba (15 %) y validación (15 %).

El desempeño del modelo fue evaluado mediante métricas como exactitud (accuracy), sensibilidad, especificidad, matriz de confusión y evolución de la función de pérdida, permitiendo un análisis robusto de la capacidad predictiva.

Las etapas de preprocesamiento y las pruebas preliminares del modelo se realizaron en MATLAB®, debido a su interfaz interactiva y herramientas especializadas para modelización. Posteriormente, los datos fueron migrados a Python®, donde se llevó a cabo la implementación final del modelo utilizando la biblioteca Keras, ejecutada sobre la API TensorFlow.

Resultados

La muestra estuvo compuesta por 364 trabajadores del área de la salud, de los cuales 64 (17,58 %) eran médicos, 43 (11,81 %) residentes de medicina, 11 (3,02 %) enfermeros, 59 (16,21 %) técnicos de enfermería y 2 (0,55 %) fueron clasificados como otros profesionales. La edad media de los participantes fue de 37 años (DE ±11,46), y el tiempo promedio de trabajo en el quirófano fue de siete años.

Con respecto al turno de trabajo, la mayoría de los trabajadores, 218 (63,55 %), desempeñaban jornadas completas, mientras que 62 (18,07 %) trabajaban en el turno matutino, 51 (14,86 %) en el turno vespertino y 16 (3,52 %) en el turno nocturno.

Los trabajadores utilizaron Equipos de Protección Personal contra la exposición al humo quirúrgico. De ellos, 342 (93,96 %) utilizaban mascarilla quirúrgica, 137 (37,64 %) mascarilla N95, 178 (48,90 %) gafas de protección ocular y únicamente 3 (0,82 %) utilizaban sistemas de evacuación de humo quirúrgico.

Entre los 364 trabajadores evaluados, 166 (45,60 %) no presentaron síntomas respiratorios, 186 (51,10 %) reportaron síntomas de baja intensidad, 10 (2,75 %) síntomas de intensidad moderada y 1 (0,27 %) síntomas de alta intensidad.

El modelo basado en Redes Neuronales Artificiales presentó un desempeño consistente, con una exactitud que osciló entre 85,42 % y 88,33 % durante el entrenamiento y entre 75,0 % y 80,77 % en operación, evidenciando una adecuada capacidad de generalización a nuevos datos.

La sensibilidad, indicador de la capacidad del modelo para identificar correctamente los casos positivos (presencia de síntomas), varió entre 68,57 %

y 75,0 %, mostrando un desempeño satisfactorio, aunque con potencial de mejora en la detección de individuos sintomáticos.

La consistencia de las predicciones fue verificada mediante el análisis de casos representativos de la base de datos. Se observó que un individuo asintomático fue clasificado correctamente por una de las configuraciones del modelo con una especificidad del 100 %, confirmando la elevada capacidad para reconocer casos negativos. De manera complementaria, un caso sintomático fue identificado correctamente por una configuración con una sensibilidad del 73,68 %, reforzando la capacidad del modelo para detectar la presencia de síntomas. Estos hallazgos respaldan la confiabilidad de las predicciones realizadas por la red neuronal, aunque señalan la necesidad de avances para optimizar la sensibilidad del modelo.

El análisis del proceso de entrenamiento evidenció una reducción consistente de la función de pérdida, con una rápida convergencia y estabilización en valores inferiores a 0,0005 después de aproximadamente 50 épocas. De forma complementaria, la exactitud mostró un crecimiento progresivo y una estabilización superior al 85 % durante el entrenamiento y cercana al 75 % durante la validación, lo que indica un aprendizaje eficiente y ausencia de inestabilidad significativa.

La matriz de confusión mostró un mejor desempeño en la clasificación de individuos sin síntomas y con síntomas de baja intensidad, mientras que la categoría de mayor intensidad presentó una mayor tasa de error, sugiriendo una limitación del modelo frente a clases menos representadas.

En términos generales, el modelo presentó una exactitud promedio de 86,59 % durante el entrenamiento y de 76,50 % en operación, con una especificidad promedio de 96,36 % y una sensibilidad de 71,29 %, confirmando su robustez para identificar patrones asociados con la exposición ocupacional al humo quirúrgico.

Conclusión

La aplicación de redes neuronales artificiales demostró un elevado potencial para la predicción de síntomas respiratorios en trabajadores expuestos al humo quirúrgico, presentando un desempeño robusto y una buena capacidad de generalización. Los resultados evidencian una mayor precisión en la identificación de individuos asintomáticos, manteniendo un desempeño satisfactorio en la detección de casos sintomáticos.

Estos hallazgos refuerzan el uso de modelos predictivos como una herramienta estratégica para la vigilancia de la salud de los trabajadores, permitiendo la identificación temprana de problemas de salud y apoyando intervenciones dirigidas. Asimismo, la incorporación de técnicas de inteligencia artificial en el contexto ocupacional puede contribuir al fortalecimiento de la seguridad laboral, la prevención de enfermedades y la mejora de las prácticas sanitarias.

Referencias

BIENIEK, A. A.; LEACHI, H. F. L.; RIBEIRO, R. P. Construction and validation of an intensity scale of signs and symptoms related to surgical smoke. Brazilian Journal of Development, v. 8, n. 5, p. 41375-41388, 2022. DOI: https://doi.org/10.34117/bjdv8n5-567.

GÉRON, A. Mãos à obra: aprendizado de máquina com Scikit-Learn, Keras e TensorFlow: conceitos, ferramentas e técnicas para a construção de sistemas inteligentes. Rio de Janeiro: Alta Books, 2021. 640 p.

LEACHI, H. F. L.; ROCHA, A. F.; PEIXE, T. S.; LOPES, L. P.; SOUZA, V. D. B.; RIBEIRO, R. P. 1-Hydroxypyrene in the urine of health professionals exposed to surgical 69 smoke: Correlation with signs and symptoms. Revista de Enfermagem Referência, v. 6, n. 3, e33708, p. 1-7, 2024. DOI: https://doi.org/10.12707/RVI23.139.33708.

MAHDOOD, B.; MERAJIKHAH, A. M.; MIRZAIEE, M.; BASTAMI, M.; BANOUEIZADEH, S. Virus and viral components transmitted through surgical smoke; a silent danger in operating room: a systematic review. BMC Surg., v. 24, n. 1, p. 1-10, 2024. DOI: https://doi.org/10.1186/s12893-024-02514-z.

XÁ, I. A.; MISHRA, S. D. Artificial intelligence in advancing occupational health and safety: an encapsulation of developments. J Occup Health, v. 66, n. 1, 2024. DOI: https://doi.org/10.1093/joccuh/uiad017.

Palavras-chave: fumaça; machine learning; redes neurais de computação; saúde ocupacional; sinais e sintomas.