

Evaluación de las concentraciones de contaminantes atmosféricos en el norte de Chihuahua y acciones para sensibilizar sobre sus impactos en la salud

Evaluation of Atmospheric Pollutant Concentrations in Northern Chihuahua and Actions to Raise Awareness About Their Health Impacts

Felipe Adrián Vázquez-Gálvez^{a*}, Yazmin Guadalupe Hernández-García^a, Elí Rafael Pérez-Ruiz^a, Edith Flores-Tavizón^a

^a Licenciatura en Ingeniería Civil, Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Instituto de Ingeniería y Tecnología, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México.

*Autor de correspondencia. Correo: fvazquez@uacj.mx

Resumen

La investigación tuvo como objetivo caracterizar el comportamiento de contaminantes atmosféricos (O_3 , $PM_{2.5}$ y NO_2) en cinco localidades del norte de Chihuahua mediante sensores de mediano costo, y evaluar estrategias de educación ambiental dirigidas a estudiantes y al público general para sensibilizar sobre los riesgos de la calidad del aire. Se aplicó un diseño metodológico mixto: por un lado, análisis exploratorio de datos ambientales con técnicas estadísticas y descomposición estacional, y por otro, talleres escolares diferenciados por nivel educativo y campañas digitales en redes sociales, bajo referentes teóricos de la educomunicación ambiental y la justicia social. Los hallazgos muestran que, mientras Juárez registró concentraciones más elevadas de O_3 y NO_2 , Ascensión y Nuevo Casas Grandes destacaron en $PM_{2.5}$; además, se evidenció la utilidad de los sensores económicos para monitoreo confiable. En el ámbito educativo, los talleres en primaria fomentaron la identificación de acciones personales de mitigación y en preparatoria mejoraron el reconocimiento de contaminantes, mientras que las campañas digitales diversificaron la audiencia y confirmaron el potencial de los materiales visuales para movilizar a la comunidad. Entre las limitaciones, se identifican la falta de seguimiento longitudinal en los cambios de conducta y la necesidad de ampliar la cobertura territorial, aunque las implicaciones destacan la relevancia de integrar monitoreo ambiental con programas de sensibilización. La originalidad radica en articular tecnologías accesibles con intervenciones educativas formales e informales, lo que ofrece un modelo replicable en regiones con limitaciones técnicas y presupuestales. En conclusión, se confirma que la combinación de monitoreo científico y estrategias educativas adaptadas a diferentes públicos permite no solo documentar la contaminación atmosférica, sino también fortalecer la conciencia ambiental y promover conductas de mitigación en la comunidad.

Palabras clave: calidad del aire; contaminación atmosférica; educación ambiental; sensores de mediano costo; campañas digitales.

Abstract

The research aimed to characterize the behavior of atmospheric pollutants (O_3 , $PM_{2.5}$, and NO_2) in five localities in northern Chihuahua using medium-cost sensors, and to evaluate environmental education strategies targeted at students and the public to raise awareness of air quality risks. A mixed methodological design was applied: on the one hand, exploratory analysis of environmental data using statistical techniques and seasonal decomposition; on the other, school workshops tailored to educational levels and digital campaigns on social networks, grounded in the theoretical frameworks of environmental educommunication and social justice. The findings indicate that while Juárez recorded higher concentrations of O_3 and NO_2 , Ascensión and Nuevo Casas Grandes reported elevated levels of $PM_{2.5}$; moreover, the effectiveness of affordable sensors for reliable monitoring was demonstrated. In the ed-

educational field, elementary school workshops fostered the identification of personal mitigation actions, whereas high school workshops improved the recognition of pollutants. Digital campaigns expanded the audience and confirmed the potential of visual materials to mobilize the community. Among the limitations identified were the lack of longitudinal follow-up on behavioral changes and the need to broaden territorial coverage, although the implications underscore the relevance of integrating environmental monitoring with awareness-raising programs. The originality of this work lies in linking accessible technologies with both formal and informal educational interventions, offering a replicable model for regions with technical and budgetary constraints. In conclusion, the study confirms that combining scientific monitoring with educational strategies adapted to different audiences not only documents air pollution but also strengthens environmental awareness and promotes mitigation behaviors within the community.

Keywords: air quality; air pollution; environmental education; low-cost sensors; digital campaigns.

Entidad responsable del estudio

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

Financiamiento

Proyecto apoyado por la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, a través de la Convocatoria de Proyectos de Investigación con Impacto Social (PIISO) en el año 2023.