

Intersección de la ingeniería cognitiva e informática aplicado en el manejo integral de vectores

Intersection of cognitive and computer engineering applied in comprehensive vector management

Ruben Dario, Tapia Silguera ¹; Antonia Paula, Rodríguez-Santos ² ; Tula del Carmen Espinoza-Cordero ²

(1) Universidad Peruana Los Andes, Huancayo, Perú.

(2) Universidad César Vallejo, Trujillo, Perú.

Resumen

La ingeniería cognitiva y la informática aplicada emergen como pilares fundamentales en la gestión integral de vectores, revolucionando la salud pública con soluciones innovadoras. A nivel global, tecnologías avanzadas como drones, sensores remotos y modelos computacionales han optimizado la identificación de criaderos y la eficacia de las estrategias de control. Estas herramientas analizan vastos conjuntos de datos y predicen brotes epidémicos, fortaleciendo la respuesta ante emergencias sanitarias. En regiones en desarrollo, donde factores climáticos y sanitarios exacerban la incidencia de enfermedades transmitidas por vectores, la inteligencia artificial y el análisis de datos avanzado están transformando la toma de decisiones, permitiendo una gestión más eficiente de los recursos. Modelos matemáticos y algoritmos de aprendizaje profundo demuestran el potencial de estas tecnologías en la lucha contra el dengue y la malaria. A nivel local, las comunidades enfrentan desafíos tecnológicos y económicos que limitan el acceso a estas herramientas. Sin embargo, las plataformas digitales y móviles han demostrado su valor al mejorar la coordinación entre autoridades sanitarias y la población, fomentando la participación comunitaria en el reporte de brotes y el control de vectores.

Palabras clave: ingeniería cognitiva, informática aplicada, manejo integrado, vectores, tecnologías innovadoras.

Abstract

Cognitive engineering and applied informatics emerge as fundamental pillars in the comprehensive management of vectors, revolutionizing public health with innovative solutions. Globally, advanced technologies such as drones, remote sensors and computer models have optimized the identification of breeding sites and the effectiveness of control strategies. These tools analyze vast data sets and predict epidemic outbreaks, strengthening the response to health emergencies. In developing regions, where climatic and health factors exacerbate the incidence of vector-borne diseases, artificial intelligence and advanced data analysis are transforming decision-making, enabling more efficient management of resources. Mathematical models and deep learning algorithms demonstrate the potential of these technologies in the fight against dengue and malaria. At the local level, communities face technological and economic challenges that limit access to these tools. However, digital and mobile platforms have demonstrated their value by improving coordination between health authorities and the population, encouraging community participation in outbreak reporting and vector control.

Keywords: cognitive engineering, applied computing, integrated management, vectors, innovative technologies.

Recibido/Received	2024-11-14	Aprobado/Approved	2025-02-24	Publicado/Published	2025-02-25
-------------------	------------	-------------------	------------	---------------------	------------

Introducción

La salud pública global enfrenta desafíos crecientes por enfermedades transmitidas por vectores, exacerbadas por el cambio climático y la urbanización. La intersección de ingeniería cognitiva (IC) e informática surge como crucial para estrategias innovadoras en el manejo integral de vectores. Por su parte, la IC analiza el comportamiento humano en la prevención de enfermedades vectoriales, mientras la informática modela grandes volúmenes de datos sobre distribución de vectores e incidencia de enfermedades. La inteligencia artificial (IA) y el aprendizaje automático (AA) revolucionan la epidemiología, permitiendo anticipar brotes y gestionar datos epidemiológicos eficientemente (Lanzagorta-Ortega et al., 2022; Saban et al., 2023; Vidal Ledo et al., 2023; Petrova, 2025).

Tecnologías digitales, como drones, transforman el monitoreo de vectores, asociando factores de riesgo con la abundancia de mosquitos (Valdez Delgado, 2023; Morales & Gutiérrez, 2023). La modelización matemática, con modelos de reacción-difusión y análisis espacio-temporal, es clave en el manejo de vectores (Alpala Canacuan, 2024; Díaz Salazar et al., 2024).

La relación entre ciclos zoonóticos y factores antropogénicos es fundamental en la transmisión de enfermedades vectoriales (Salazar Loor, 2021; Geronimo et al., 2023; Torres Forero & Niño Pineda, 2023). El manejo de residuos sólidos y roedores sinantrópicos son críticos en la proliferación de vectores (Alvarez López et al., 2024; Jurado et al., 2022). La caracterización del comportamiento de vectores es esencial para estrategias de control efectivas (Morales, 2023).

Este ensayo explora cómo la intersección de IC e informática contribuye al manejo integral de vectores, analizando datos, optimizando estrategias y mejorando la toma de decisiones a niveles global, regional y local. La intersección de IC e informática es una sinergia crucial para la salud pública. La IC aporta comprensión de procesos mentales para intervenciones conductuales (Bonilla Chacón, 2024). La informática modela datos para predecir brotes (Petrova, 2025). Esta convergencia permite estrategias de control holísticas (Lanzagorta-Ortega et al., 2022). La ingeniería cognitiva y el análisis del comportamiento humano permiten comprender y mejorar la respuesta a riesgos de enfermedades vectoriales.

Ingeniería cognitiva y comportamiento humano sobre las enfermedades transmitidas por vectores

La IC ofrece un marco analítico valioso para desentrañar cómo las comunidades perciben y reaccionan ante los riesgos de enfermedades transmitidas por vectores. Este entendimiento es fundamental para potenciar conductas sanitarias efectivas, las cuales, como demostró Bonilla Chacón (2024) en su estudio sobre Morona, Ecuador, están intrínsecamente ligadas al nivel de conocimiento sobre la enfermedad, las creencias y actitudes prevalentes, y el acceso a recursos y servicios de salud. La investigación de Bonilla Chacón revela que las prácticas preventivas no son uniformes, sino que varían significativamente según factores socioculturales y económicos, subrayando la necesidad de intervenciones adaptadas a contextos específicos.

De manera similar, la falta de conciencia ambiental y el manejo inadecuado de residuos sólidos son factores que contribuyen significativamente a la proliferación de criaderos de vectores, incrementando así el riesgo de enfermedades como el dengue y la malaria. Esta relación crítica fue desmontada por Hurtado Huaman (2022) en su estudio en Perú, señalando la importancia de la conciencia ambiental en el manejo de residuos como un factor clave en la proliferación de vectores. Además, la educación ambiental emerge como una herramienta fundamental para fomentar prácticas preventivas sostenibles. Como demostró Rosalba (2021), la educación ambiental en el manejo de residuos sólidos es vital para prevenir la contaminación en entornos escolares, y puede, de manera más amplia, fomentar cambios de comportamiento sostenibles y mejorar la salud pública.

Informática y modelado de datos en epidemiología de enfermedades metaxénicas

La irrupción de la era digital ha reconfigurado el panorama de la epidemiología, confiriendo a la informática un papel preponderante en el análisis y modelado de datos complejos. Esta revolución

tecnológica ha dotado a los investigadores de la capacidad para procesar y visualizar información geoespacial y temporal con una precisión sin precedentes, superando las limitaciones inherentes a los métodos tradicionales. Este avance resulta especialmente crucial en el estudio de las enfermedades metaxénicas, aquellas transmitidas por artrópodos vectores, cuya dinámica espacial y temporal exige un análisis detallado y preciso para su control efectivo.

La emergencia de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) ha revolucionado la forma en que abordamos la epidemiología espacial. Estos sistemas han trascendido la mera visualización de la distribución de vectores y enfermedades, transformándose en plataformas analíticas integrales que desentrañan la intrincada red de factores que impulsan la propagación de enfermedades. Su potencia, reside en la capacidad para superponer y analizar datos heterogéneos, revelando patrones espaciales y temporales que serían imperceptibles mediante métodos tradicionales. El estudio de Giraldo Jaramillo y Valencia Salazar (2024) sobre el absceso hepático amebiano en Caldas, Colombia, ejemplifica esta capacidad, al integrar datos sobre la distribución de vectores, la densidad de población, el acceso a servicios de salud y variables ambientales, el SIG no solo identifica áreas de alto riesgo, sino que también proporciona una comprensión profunda de los factores asociados a la transmisión de la enfermedad.

En lugar de simplemente mapear la presencia de vectores y enfermedades, los SIG permiten a los epidemiólogos realizar análisis espaciales complejos, como la identificación de clústeres de enfermedades, la modelización de la dispersión de vectores y la evaluación del impacto de intervenciones de control. Esta capacidad analítica avanzada permite a los responsables de la salud pública tomar decisiones informadas y basadas en evidencia, optimizando la asignación de recursos y minimizando el riesgo de brotes.

Además del análisis espacial, la informática ha fortalecido nuestra capacidad para modelar la dinámica temporal de las enfermedades transmitidas por vectores. El análisis de registros meteorológicos, como el realizado por Mena Molina (2022) en Cotopaxi, Ecuador, demuestra la importancia de considerar las variables climáticas en la predicción de brotes. Al identificar correlaciones significativas entre la precipitación, la temperatura y la incidencia de enfermedades, los investigadores pueden desarrollar modelos predictivos más precisos. Estos modelos no solo mejoran nuestra comprensión de los factores que impulsan la transmisión de enfermedades, sino que también permiten a los responsables de la salud pública anticipar brotes y tomar medidas preventivas oportunas.

Al aplicar modelos matemáticos de reacción-difusión, como el utilizado por Alpala Canacuan (2024) para analizar el riesgo de Chagas en relación con el cambio de uso de suelo, pueden simular la evolución de las poblaciones de vectores y predecir el impacto de diversas intervenciones de control. Esta capacidad de simulación, que permite explorar escenarios contrafácticos y evaluar la eficacia de estrategias preventivas, representa un avance significativo en la lucha contra las enfermedades vectoriales.

El estudio de Díaz Salazar et al. (2024) sobre la malaria en Perú, que utiliza modelos matemáticos para analizar la incidencia y distribución espaciotemporal de la enfermedad, ilustra el potencial de estas herramientas para identificar patrones de transmisión y áreas de alto riesgo. Al integrar datos geográficos, demográficos y ambientales, los modelos matemáticos pueden revelar la intrincada red de factores que impulsan la propagación de enfermedades, proporcionando información valiosa para la planificación de intervenciones de control focalizadas y efectivas.

Por otra parte, la IC, al revelar cómo las personas perciben y responden a los riesgos, facilita la creación de campañas de comunicación más efectivas (Rosalba, 2021); mientras que, la informática, mediante el análisis de datos geoespaciales y climáticos, proporciona información precisa para identificar áreas de alto riesgo (Giraldo Jaramillo & Valencia Salazar, 2024; Mena Molina, 2022). La integración de estos enfoques permite a los responsables de la salud pública anticipar brotes y diseñar intervenciones focalizadas, optimizando la asignación de recursos y maximizando el impacto de las acciones preventivas (Saban et al., 2023; Callata Ramirez, 2024).

Inteligencia artificial y aprendizaje automático en la predicción de cambios de patrones epidemiológicos

La epidemiología de enfermedades vectoriales, antes muy laboriosa, limitada por la complejidad de los datos y el análisis de datos detallado por el hombre, se enfrenta a una era de transformación sin precedentes gracias a la inteligencia artificial (IA) (Beunza Nuin et al., 2023), y el aprendizaje automático (AA). Ambas tecnologías no solo están acelerando la investigación, sino que también están redefiniendo nuestra capacidad para predecir y controlar brotes de enfermedades, así contribuir a desentrañar la complejidad de la transmisión de enfermedades vectoriales.

La IA ha revolucionado el análisis de datos al permitir el procesamiento y análisis de grandes volúmenes de información a velocidades extraordinarias, posibilitando la revelación de patrones y correlaciones en tiempo récord, un logro que trasciende las capacidades de los métodos tradicionales, sin embargo, el AA es inducido por el lenguaje cotidiano convertido en PROMPT del lenguaje humano. Lanzagorta-Ortega et al. (2022) exploran cómo la IA está abriendo nuevas fronteras en la epidemiología, permitiendo la identificación de factores de riesgo ocultos y la predicción de brotes con una precisión sin precedentes.

El AA representa un avance significativo en la evolución de la epidemiología, al dotar a los sistemas informáticos de la capacidad de autoaprendizaje y mejora continua a partir de los datos. Esta característica distintiva del AA está revolucionando la identificación de focos epidémicos, como destacan Saban et al. (2023). Los algoritmos de AA, al analizar patrones complejos en datos espaciales y temporales, permiten a los epidemiólogos anticipar la aparición de brotes con una precisión sin precedentes. Esta capacidad predictiva es crucial para la implementación de medidas preventivas oportunas, que pueden mitigar la propagación de enfermedades vectoriales y proteger a las poblaciones vulnerables.

La verdadera potencia del aprendizaje automático (AA) reside en su capacidad para adaptarse y perfeccionar sus modelos predictivos mediante la incorporación continua de nuevos datos. Esta habilidad permite la detección de variaciones sutiles en los patrones de transmisión de enfermedades, que a menudo escapan a los métodos de análisis convencionales. Al identificar con antelación las zonas de alto riesgo y anticipar la aparición de brotes, el AA proporciona a los responsables de la salud pública una herramienta invaluable para la toma de decisiones informadas y la asignación eficiente de recursos.

El análisis predictivo, impulsado por la sinergia IA y el AA, ha inaugurado una nueva era en la epidemiología. Esta capacidad predictiva, que trasciende las limitaciones de los métodos tradicionales, se fundamenta en la habilidad de la IA y el AA para procesar y analizar grandes volúmenes de datos históricos y en tiempo real, identificando patrones y correlaciones que escapan a la percepción humana. Petrova (2025) ilustran cómo los modelos predictivos, basados en estas tecnologías, pueden transformar la toma de decisiones en salud pública, permitiendo a los responsables implementar medidas preventivas oportunas, optimizar la asignación de recursos y mitigar el impacto de las epidemias.

La verdadera innovación del análisis predictivo radica en su capacidad para ir más allá de la simple identificación de patrones. Al combinar técnicas de IA y AA, los modelos predictivos pueden simular escenarios futuros, evaluar el impacto de diferentes intervenciones y predecir la evolución de los brotes con una precisión cada vez mayor. Esta capacidad de simulación y evaluación permite a los responsables de la salud pública tomar decisiones informadas y basadas en evidencia, maximizando el impacto de las intervenciones y protegiendo la salud de las comunidades vulnerables.

Tecnologías digitales en el monitoreo de vectores

La vigilancia de vectores, tradicionalmente laboriosa y de alcance limitado, ha experimentado una transformación paradigmática gracias a la integración de tecnologías digitales avanzadas. Los drones, en particular, han emergido como herramientas indispensables para la obtención de datos espaciales de alta resolución, permitiendo a los epidemiólogos superar las limitaciones de los métodos de monitoreo

convencionales. El estudio de Valdez Delgado (2023) en Tapachula, Chiapas, México, demuestra cómo los drones pueden asociar factores de riesgo con la abundancia de mosquitos *Aedes aegypti*, facilitando la identificación precisa de criaderos y la evaluación de la efectividad de las intervenciones de control.

La revolución digital en la vigilancia de vectores no se limita al uso de drones. La integración de sensores remotos, aplicaciones móviles y SIG ha permitido a la salud pública acceder a información en tiempo real sobre la distribución de vectores y las condiciones ambientales que favorecen su proliferación. Morales y Gutiérrez (2023) destacan cómo estas tecnologías digitales mejoran la eficiencia y la precisión del monitoreo de vectores, permitiendo una respuesta más rápida y efectiva a los brotes. La capacidad para analizar datos geoespaciales y temporales complejos, combinada con la velocidad y la precisión de las tecnologías digitales, permite a los responsables de la salud pública tomar decisiones informadas y basadas en evidencia, optimizando la asignación de recursos y minimizando el riesgo de propagación de enfermedades.

El desarrollo de soluciones innovadoras es otro pilar de esta intersección. Aplicaciones móviles que utilizan principios de la ingeniería cognitiva pueden fomentar cambios de comportamiento sostenibles, mientras que los sistemas de IA analizan datos complejos para predecir brotes con alta precisión (Pérez, 2015; Morales & Gutiérrez, 2023). El uso de drones para el monitoreo de vectores, combinado con el análisis de datos en tiempo real, permite una respuesta rápida y eficiente ante la proliferación de vectores (Valdez Delgado, 2023). Estas tecnologías, al converger, ofrecen una gama de herramientas para el manejo integral de vectores, desde la prevención hasta la respuesta a brotes (Vidal Ledo et al., 2023).

Manejo integrado de vectores: Sinergia de IA, AA e inteligencia humana modular

Para la intersección de la IA y el AA en el manejo integrado de vectores, es *sine qua non* la comprensión profunda de factores humanos y ecológicos, que solo es posible por la "**inteligencia humana modular**", este conocimiento se fundamenta en tres pilares cruciales: ciclos zoonóticos y factores antropogénicos, manejo de residuos sólidos y roedores sinantrópicos, y comportamiento de vectores y estrategias de control.

Ciclos zoonóticos y factores antropogénicos

La intrincada relación entre los ciclos zoonóticos y los factores antropogénicos, se erige como un eje central en la dinámica de las enfermedades transmitidas por vectores. La intervención humana, a través de la modificación del paisaje y la alteración de los ecosistemas, desencadena una serie de eventos que impactan directamente en la transmisión de patógenos. Geronimo et al. (2023) profundizan en los rasgos antropogénicos de los ciclos zoonóticos en Perú, evidenciando cómo los cambios en el uso de la tierra, la deforestación y la urbanización descontrolada perturban el equilibrio ecológico, favoreciendo la emergencia y propagación de enfermedades. No solo incrementa la exposición humana a patógenos zoonóticos, sino que también altera la distribución y abundancia de vectores, creando escenarios propicios para la transmisión de enfermedades.

La vigilancia y el análisis de las enfermedades zoonóticas en animales domésticos emergen como una estrategia crucial para anticipar y mitigar el riesgo de transmisión a humanos. Torres Forero y Niño Pineda (2023) han desarrollado una aplicación web para el análisis de enfermedades zoonóticas en perros y gatos en Bogotá, Colombia, demostrando el potencial de las herramientas digitales para recopilar y analizar datos epidemiológicos. El análisis de datos de enfermedades zoonóticas en animales domésticos no solo proporciona información valiosa sobre la prevalencia de patógenos en la población animal, sino que también permite identificar patrones de transmisión y áreas de alto riesgo para la salud humana; es esencial para la implementación de medidas preventivas y de control, como la vacunación de animales domésticos y la educación de la población sobre prácticas de higiene y seguridad.

La comprensión de la interacción entre los ciclos zoonóticos y los factores antropogénicos, combinada con la vigilancia y el análisis de enfermedades zoonóticas en animales domésticos, se

convierte en un pilar fundamental para la prevención y el control de enfermedades transmitidas por vectores.

Manejo de residuos sólidos y roedores sinantrópicos

La proliferación de vectores, intrínsecamente ligada a la salud pública, se ve dramáticamente influenciada por dos factores críticos: el manejo deficiente de residuos sólidos y la presencia de roedores sinantrópicos. Estos elementos, lejos de ser aislados, interactúan de manera sinérgica, creando habitat ideal para la transmisión de enfermedades. Alvarez López et al. (2024), en Medellín, Colombia, revelan cómo el manejo inadecuado de residuos sólidos no solo proporciona refugio y alimento a los roedores, sino que también altera el equilibrio ecológico urbano, incrementando exponencialmente el riesgo de enfermedades transmitidas por vectores. Esta situación no solo afecta la salud humana, sino que también desestabiliza los ecosistemas urbanos, generando un ciclo de retroalimentación negativa que perpetúa la proliferación de vectores.

La problemática se agrava al considerar la estrecha relación entre el saneamiento básico y la proliferación de vectores. Jurado et al. (2022) examinan las enfermedades asociadas al sector saneamiento, destacando cómo la falta de infraestructuras adecuadas y el manejo deficiente de residuos sólidos convergen para crear entornos propicios para la proliferación de vectores. La ausencia de sistemas de alcantarillado eficientes, la acumulación de basura en espacios públicos y la falta de acceso a agua potable crean condiciones ideales para la reproducción de mosquitos, moscas y otros vectores, incrementando el riesgo de enfermedades como el dengue, la malaria y la leptospirosis. Esta situación, lejos de ser un problema aislado, refleja una falla sistémica en la gestión de la salud pública y la planificación urbana. En consecuencia, el manejo de residuos sólidos y la erradicación de roedores sinantrópicos se erigen como pilares fundamentales en la prevención y el control de enfermedades transmitidas por vectores.

La implementación de estrategias efectivas de gestión de residuos, que incluyan la recolección selectiva, el reciclaje y la disposición adecuada de desechos, es esencial para reducir la disponibilidad de refugio y alimento para los vectores. Asimismo, la implementación de programas de control de roedores, que incluyan la eliminación de criaderos, el uso de rodenticidas y la educación de la población sobre prácticas de higiene, es crucial para reducir la población de roedores sinantrópicos. La integración de estas estrategias, junto con la mejora del saneamiento básico y la educación de la población sobre prácticas de higiene, es esencial para proteger la salud de las comunidades y prevenir la propagación de enfermedades transmitidas por vectores.

Comportamiento y estrategias de control de vectores

La eficacia de las estrategias de control de vectores depende intrínsecamente de una comprensión profunda y detallada del comportamiento de estos organismos. La mera identificación de especies y su distribución geográfica resulta insuficiente para diseñar intervenciones efectivas, es imperativo adentrarse en la complejidad de sus hábitos, ciclos de vida y patrones de interacción con el entorno. Morales (2023) demuestra, a través de una aproximación computacional a la caracterización del comportamiento de alimentación de un insecto vector, cómo la simulación y el modelado pueden revelar aspectos críticos de su biología. Además, no se limita al estudio de sus patrones de alimentación. Abarca un amplio espectro de aspectos, como sus ritmos circadianos, sus patrones de dispersión, sus preferencias de hábitat y sus respuestas a estímulos ambientales. La integración de datos provenientes de estudios de campo, experimentos de laboratorio y simulaciones computacionales permite construir modelos complejos que capturan la dinámica del comportamiento de los vectores.

Esta capacidad para desentrañar los mecanismos del comportamiento de los vectores permite anticipar sus respuestas a diferentes intervenciones y diseñar estrategias de control más precisas y dirigidas que interrumpan eficazmente los ciclos de transmisión de enfermedades. Por ejemplo, el conocimiento de los patrones de dispersión de los mosquitos puede guiar la ubicación estratégica de

trampas y la aplicación de insecticidas, mientras que la comprensión de sus preferencias de hábitat puede informar la implementación de medidas de control ambiental

Finalmente, esta intersección promueve un enfoque integrado en el manejo de vectores. Al considerar tanto los factores biológicos y ecológicos como los sociales y conductuales, se logra una comprensión más completa de la dinámica de las enfermedades transmitidas por vectores (Salazar Loor, 2021; Geronimo et al., 2023; Callata Ramirez, 2024). La integración de la ingeniería cognitiva y la informática permite abordar la complejidad de estos problemas, desarrollando estrategias que consideran tanto el comportamiento humano como la modelización de datos (Alpala Canacuan, 2024; Díaz Salazar et al., 2024). Este enfoque multidisciplinario es esencial para lograr un manejo sostenible y efectivo de los vectores, protegiendo la salud de las comunidades vulnerables (Jurado et al., 2022).

Consideraciones finales

La intersección de la IC e informática ofrece un marco prometedor para el manejo integral de vectores, que permite comprender mejor el comportamiento humano, modelar la dinámica de las poblaciones de vectores y desarrollar estrategias de control más efectivas. Sin embargo, es necesario seguir investigando y desarrollando nuevas herramientas y enfoques para abordar los desafíos emergentes en la lucha contra las enfermedades transmitidas por vectores.

La IC aporta la comprensión profunda de los procesos mentales humanos, esenciales para diseñar intervenciones que modifiquen conductas de riesgo. Al mismo tiempo, la informática ofrece herramientas para el análisis de grandes volúmenes de datos, permitiendo modelar la distribución de vectores y predecir brotes de enfermedades. Esta convergencia permite una visión holística, donde el comportamiento humano se entrelaza con la modelización de datos para estrategias de control más efectivas.

El desarrollo de soluciones innovadoras es otro pilar de esta intersección. Aplicaciones móviles que utilizan principios de la IC pueden fomentar cambios de comportamiento sostenibles, mientras que los sistemas de inteligencia artificial analizan datos complejos para predecir brotes con alta precisión. El uso de drones para el monitoreo de vectores, combinado con el análisis de datos en tiempo real, permite una respuesta rápida y eficiente ante la proliferación de vectores. Estas tecnologías, al converger, ofrecen una gama de herramientas para el manejo integral de vectores, desde la prevención hasta la respuesta a brotes.

La intersección promueve un enfoque integral en el manejo de vectores. Al considerar tanto los factores biológicos y ecológicos como los sociales y conductuales, se logra una comprensión más completa de la dinámica de las enfermedades transmitidas por vectores. La integración de la ingeniería cognitiva y la informática permite abordar la complejidad de estos problemas, desarrollando estrategias que consideran tanto el comportamiento humano como la modelización de datos. Este enfoque multidisciplinario es esencial para lograr un manejo sostenible y efectivo de los vectores, protegiendo la salud de las comunidades vulnerables.

Agradecimientos

A la Universidad César Vallejo, y la Universidad Peruana Los Andes.

Conflicto de intereses

No se reporta conflicto de intereses.

Referencias

Alpala Canacuan, D. S. (2024). *Modelo matemático de reacción-difusión aplicado al riesgo de contraer Chagas en el cambio de uso de suelo por cultivo de palma africana*. [Tesis de Maestría en Ingeniería Biomédica, Universidad de Los Andes, Colombia].

<https://repositorio.uniandes.edu.co/entities/publication/ae44ffc5-5558-4f07-b6bc-b085592fab9>

Alvarez López, M. M., Muñoz Arroyave, C. A., & Puerta Garzón, Y. (2024). *Asociación entre el manejo de los residuos sólidos y la presencia de roedores sinantrópicos en el barrio Manila, Medellín, 2024*. [Trabajo de Grado en Administración en Salud, Universidad de Antioquia]. https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/42959/6/AlvarezMonica_2024_AsociacionResiduosRoedores.pdf

Beunza Nuin, J. J.; Condés Moreno, E.; Puertas Sanz, E., Bonis Sanz, J. & Rodríguez Vila, B, (2023). *Manual práctico de inteligencia artificial en entornos sanitarios*. Elsevier Health Sciences. <https://tienda.elsevier.es/manual-practico-de-inteligencia-artificial-en-entornos-sanitarios-9788413823881.html>

Bonilla Chacón, A. I. (2024). *Conductas sanitarias de la población del cantón Morona como factor predisponente en el incremento de casos de dengue en el período 2018-2023*. [Master's thesis, Quito: Universidad de las Américas, 2024]. <https://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/15877>

Callata Ramirez, J. N. (2024). *Caracterización y prácticas preventivas de las enfermedades metaxénicas en los pobladores de la jurisdicción del CS Santa Rosa-VRAEM, Ayacucho 2023*. [Trabajo de Grado en Enfermería, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. <https://repositorio.unsch.edu.pe/items/dcaab792-ac6e-4a03-9e56-3fca223ce122>

Díaz Salazar, G. E., Vidarte Cano, R. R., Guerra Cabrera, J. M., Segami Makiya, J. M., Rojas Ramos, C. A., Romero Espinoza, J. R., Molina Rosas, O. R. & Medrano Colmenares, R. C. (2024, October). Incidencia acumulada y distribución espaciotemporal de la malaria en el Perú en el periodo 2000 al 2022. In *Anales de la Facultad de Medicina*. 85(4), 414-420. <https://doi.org/10.15381/anales.v85i4.29502>.

Geronimo, R. K. M., Capani, J. C., Solis, O. L. N., Sánchez, J. D. D. A., & Chauca, A. M. E. (2023). Rasgos antropogénicos de los ciclos zoonóticos en el Perú. *Boletín de Malariología y Salud Ambiental*, 63(2), 338-349.

Giraldo Jaramillo, L. Y., & Valencia Salazar, L. (2024). *Sistema de información geográfica para la atención y prevención del absceso hepático amebiano en el departamento de Caldas*. [Trabajos de Grado en Ingeniería de Sistemas y Telecomunicaciones, Universidad de Manizales]. <https://ridum.umanizales.edu.co/handle/20.500.12746/6852>

Hurtado Huaman, C. K. (2022). *Conciencia ambiental y su relación con el manejo de residuos sólidos en habitantes del sector Jopto Guayabal del Distrito De Santa María, 2021*. [Tesis de Grado en Ingeniero Ambiental, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. <https://repositorio.unifsc.edu.pe/handle/20.500.14067/6868>

Jurado, C. D., Araujo, V. G. S., Rojas, J. C. A., Poma, K. A. C., & Pastrana, P. A. P. (2022). Enfermedades asociadas al sector saneamiento. *Socialium: Revista Científica de Ciencias Sociales*, 6(2), 130-142. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8754254>

Lanzagorta-Ortega, D., Carrillo-Pérez, D. L., & Carrillo-Esper, R. (2022). Inteligencia artificial en medicina: presente y futuro. *Gaceta Médica de México*, 158(91). <https://doi.org/10.24875/gmm.m2200068>

- Mena Molina, L. A. (2022). *Análisis del comportamiento de la precipitación y temperatura según registros meteorológicos de la estación meteorológica Rumipamba en los últimos 30 años y el primer año de pandemia. Cotopaxi–2021*. [Trabajo de Grado en Ingeniería en Medio Ambiente, Universidad Técnica de Cotopaxi]. <https://repositorio.utc.edu.ec/items/08a743b6-d5ed-4de0-a8c1-c37234112994>
- Morales, H. L. S. (2023). *Aproximación computacional a la caracterización del comportamiento de alimentación de un insecto vector*. [Doctoral dissertation, Universidad de Buenos Aires]. https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis_n7473_SalasMorales.pdf
- Pérez, G. (2015). Peligros del uso de los big data en la investigación en salud pública y en epidemiología. *Gaceta Sanitaria*, 30(1), 66-68. <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2015.09.007>
- Petrova, B. (2025, 10 febrero). Predictive Analytics in healthcare | Reveal. *Reveal Embedded Analytics*. <https://www.revealbi.io/es/blog/predictive-analytics-in-healthcare>
- Rosalba, A. P. (2021). *Educación ambiental del manejo de los residuos sólidos y su incidencia en la prevención de la contaminación del ambiente escolar de la institución educativa José Guillermo Castro Castro del municipio de la Jagua de Ibirico Departamento del Cesar, Colombia*. [Tesis de Grado en Ingeniería Ambiental, Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD]. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/40409>
- Saban, M., Esteban, S., Pérez-Acuna, K., Rubinstein, A., & Cejas, C. (2023). *El impacto de la inteligencia artificial en la atención de la salud. Perspectivas y enfoques para América Latina y el Caribe*. Centro de Implementación e Innovación en Políticas de Salud (CIIPS) del Instituto de Efectividad Clínica y Sanitaria (IECS). https://media.tghn.org/medialibrary/2023/07/DT1_CLIAS_MvzNEmB.pdf
- Salazar Loor, J. G. (2021). *La ecoepidemiología del paisaje: una aproximación metodológica para el estudio de las enfermedades emergentes transmitidas por vectores asociadas a los cambios de uso del suelo en la cuenca del río Capucuy en la amazonía ecuatoriana*. [Tesis de Doctorado EN Historia y Geografía, Universidad de Cantabria]. https://scholar.google.es/citations?view_op=view_citation&hl=es&user=TG74-iIAAAAJ&citation_for_view=TG74-iIAAAAJ:TQgYirikUclC
- Torres Forero, D. A., & Niño Pineda, N. (2023). *Diseño de prototipo de aplicación web para el análisis de casos de enfermedades zoonóticas presentes en perros y gatos en la ciudad de Bogotá*. [Trabajo de Especialización en Ingeniería de Software; Universidad Francisco José de Caldas]. <http://hdl.handle.net/11349/39964>
- Valdez Delgado, K. M. (2023). *Uso de drones para la asociación de factores de riesgo con la abundancia de mosquitos Aedes aegypti (Linnaeus) Diptera: Culicidae, en áreas de transmisión de dengue de la ciudad de Tapachula, Chiapas*. [Tesis Doctoral en Entomología Médica y Veterinaria, Universidad Autónoma de Nuevo León]. <http://eprints.uanl.mx/25097/>
- Vidal Ledo, M. J.; Delgado Ramos, A.; Gutiérrez Vera, D.; Rodríguez Díaz, A. (2023). Ciencia de datos en salud, *Educación Médica Superior*. 37(1):e3735. <http://scielo.sld.cu/pdf/ems/v37n1/1561-2902-ems-37-01-e3735.pdf>