

# Medicina ambiental e IA, migración y las enfermedades emergentes y reemergentes en México

Environmental medicine and AI, migration, and emerging and reemerging diseases in Mexico

Gerardo Rivera-Silva<sup>1a</sup>, María Guadalupe Moreno-Treviño<sup>2b</sup>, Raymundo Garza-Martínez<sup>3c</sup>

## Resumen

México enfrenta un escenario sanitario cada vez más desafiante, caracterizado por el repunte de enfermedades emergentes y reemergentes. Este incremento está vinculado a factores como el cambio meteorológico, la edificación sin control y los flujos migratorios masivos y no regulados. En 2024 se reportaron más de 110 000 casos de dengue, incluso en zonas no endémicas. Esto resalta la necesidad de reforzar la vigilancia epidemiológica, formar especialistas y aplicar políticas públicas integrales que vinculen la salud ambiental y la salud humana, con apoyo de la inteligencia artificial y un enfoque preventivo e intersectorial.

## Abstract

Mexico is facing an increasingly challenging health scenario, marked by the resurgence of emerging and re-emerging diseases. This rise is linked to factors such as climate change, unregulated urban development, and massive, uncontrolled migration flows. In 2024, over 110,000 cases of dengue were reported, including in non-endemic areas. This highlights the urgent need to strengthen epidemiological surveillance, train specialized professionals, and implement comprehensive public policies that integrate environmental and human health, supported by artificial intelligence and a preventive, cross-sectoral approach.

<sup>1</sup>Universidad de Monterrey, Escuela de Medicina, Banco de Tejidos Cardiovasculares. Monterrey, Nuevo León, México

<sup>2</sup>Universidad Autónoma de Coahuila, Centro de Estudios e Investigaciones Interdisciplinarios. Saltillo, Coahuila, México

<sup>3</sup>Instituto Mexicano del Seguro Social, Hospital General de Zona No. 17, Servicio de Medicina Interna. Monterrey, Nuevo León, México

ORCID: 0000-0003-2587-5914<sup>a</sup>, 0000-0002-4746-3630<sup>b</sup>, 0009-0006-6276-4163<sup>c</sup>

## Palabras clave

México  
Métodos Epidemiológicos  
Enfermedades de Transmisión Sexual  
Cambio Climático  
Vigilancia en Salud Pública

## Keywords

Mexico  
Epidemiologic Methods  
Sexually Transmitted Diseases  
Climate Change  
Public Health Surveillance

Fecha de recibido: 22/07/2025

Fecha de aceptado: 24/09/2025

## Comunicación con:

Gerardo Rivera Silva

 gerardo.rivera@udem.edu

 81 8215 1000, extensión 2106

.....  
**Cómo citar este artículo:** Rivera-Silva G, Moreno-Treviño MG, Garza-Martínez R. Medicina ambiental e IA, migración y las enfermedades emergentes y reemergentes en México. Rev Med Inst Mex Seguro Soc. 2026;64(2):e6756. doi: 10.5281/zenodo.17537311

## Introducción

México enfrenta un desafío sanitario de gran complejidad y alcance. La interacción entre factores ambientales, sociales y epidemiológicos ha configurado un escenario propicio para la propagación de enfermedades emergentes y reemergentes (cuadro I).<sup>1</sup> El deterioro ambiental y las dinámicas migratorias están redefiniendo el mapa de riesgos, lo que exige atención urgente desde el ámbito de la salud pública. Este fenómeno no es exclusivo del país, sino que forma parte de una tendencia global vinculada al cambio climático, los flujos migratorios y la urbanización ace-

lerada, elementos que modifican profundamente el perfil epidemiológico de las poblaciones.<sup>2,3</sup>

En este contexto, la salud pública mexicana enfrenta retos crecientes que exigen respuestas interdisciplinarias, basadas en evidencia científica y articuladas con políticas ambientales, sociales y tecnológicas. Por ejemplo, la equidad en el acceso a los servicios de salud sigue siendo un reto crítico, especialmente para las poblaciones vulnerables que enfrentan barreras económicas y geográficas. Es necesario implementar intervenciones específicas que garanticen una atención justa e inclusiva.<sup>4</sup> El cambio climático también

**Cuadro I** Enfermedades emergentes y reemergentes transmisibles de mayor riesgo epidemiológico en México

| Enfermedades respiratorias                                  |                                            |                                                                       |
|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| Enfermedad                                                  | Agente Causal                              | Transmisión                                                           |
| Influenza                                                   | Virus de la influenza                      | Gotas aerosolizadas, contacto con áreas contaminadas                  |
| Tuberculosis                                                | <i>Mycobacterium tuberculosis</i>          | Inhalación de partículas infectadas                                   |
| COVID-19                                                    | SARS-CoV-2                                 | Gotas respiratorias, aerosoles, contacto con superficies contaminadas |
| Sarampión                                                   | Virus del sarampión                        | Gotas respiratorias                                                   |
| Gripe porcina                                               | Virus de la influenza A (H1N1)             | Gotas respiratorias, contacto con superficies contaminadas            |
| Enfermedades transmitidas por vectores                      |                                            |                                                                       |
| Enfermedad                                                  | Agente Causal                              | Transmisión                                                           |
| Chikungunya                                                 | Virus chikungunya                          | Mosquitos <i>Aedes aegypti</i> y <i>A. albopictus</i>                 |
| Dengue                                                      | Virus del dengue (DEN 1-4)                 | Mosquitos <i>Aedes</i> infectados                                     |
| Leishmaniasis                                               | <i>Leishmania spp.</i>                     | Mosquitos flebótomos infectados                                       |
| Tripanosomiasis (Chagas)                                    | <i>Trypanosoma cruzi</i>                   | Heces de chinche triatomina infectada                                 |
| Borreliosis de Lyme                                         | <i>Borrelia burgdorferi</i>                | Picadura de garrapata de patas negras                                 |
| Rickettsiosis                                               | <i>Rickettsia spp.</i>                     | Picadura de garrapatas, pulgas o piojos                               |
| Zika                                                        | Virus del Zika                             | Mosquitos <i>Aedes</i> ; también sexual y perinatal                   |
| Fiebre amarilla                                             | Virus de la fiebre amarilla                | Mosquitos <i>Aedes</i> , <i>Haemagogus</i>                            |
| Malaria                                                     | <i>Plasmodium spp.</i>                     | Mosquitos <i>Anopheles</i>                                            |
| Enfermedades de transmisión sexual y por fluidos            |                                            |                                                                       |
| Enfermedad                                                  | Agente Causal                              | Transmisión                                                           |
| VIH / SIDA                                                  | Virus de la inmunodeficiencia humana (VIH) | Contacto con sangre, semen, secreciones vaginales, leche materna      |
| Zika                                                        | Virus del Zika                             | Transmisión sexual y perinatal (además de vectorial)                  |
| Sífilis                                                     | <i>Treponema pallidum</i>                  | Sexual y transplacentaria                                             |
| Enfermedades transmitidas por agua o alimentos contaminados |                                            |                                                                       |
| Enfermedad                                                  | Agente Causal                              | Transmisión                                                           |
| Cólera                                                      | <i>Vibrio cholerae</i>                     | Agua o alimentos contaminados                                         |
| Enfermedades zoonóticas (contacto con animales)             |                                            |                                                                       |
| Enfermedad                                                  | Agente Causal                              | Transmisión                                                           |
| Gripe aviar                                                 | Virus de la influenza A (H5N1, H7N9)       | Contacto con aves infectadas o sus secreciones                        |

constituye un peligro creciente para la salud pública, al incrementar la incidencia de enfermedades transmitidas por vectores y la frecuencia de desastres naturales, con los riesgos que ello conlleva, lo que exige estrategias de adaptación y mitigación.<sup>5</sup> Por otro lado, la innovación tecnológica, la inteligencia artificial (IA) y el uso de *big data* ofrecen oportunidades para optimizar la eficacia y la calidad de la atención médica, aunque plantean retos en materia de regulación, privacidad y equidad digital.<sup>6</sup> Finalmente, la sostenibilidad del sistema de salud depende de una gestión adecuada de los recursos, con transparencia en el gasto y la identificación de fuentes de financiamiento estables que permitan enfrentar los desafíos presentes y futuros con eficacia.<sup>7,8</sup>

El propósito de este manuscrito es examinar cómo los factores ambientales y sociales están reconfigurando el panorama epidemiológico en México, con especial énfasis en las enfermedades transmitidas por vectores. Asimismo, se explora el papel de la medicina ambiental y de las herramientas de inteligencia artificial como elementos estratégicos para anticipar, mitigar y responder a los desafíos de la salud pública ante padecimientos emergentes y reemergentes.<sup>9</sup>

## Desarrollo

En 2024, México reportó más de 125 160 casos de dengue y 478 muertes asociadas, cifras que duplican las del año anterior. Estados como Jalisco y Nuevo León, donde anteriormente el dengue era raro, ahora enfrentan brotes significativos.<sup>10</sup> Este aumento se atribuye a factores como el cambio climático, la construcción descontrolada y la acumulación de basura, que crean criaderos ideales para el mosquito *Aedes aegypti*, transmisor de varios virus: dengue, fiebre amarilla, zika y chikungunya.<sup>11,12</sup>

La migración también juega un papel decisivo en la dinámica de las enfermedades infecciosas.<sup>13</sup> En 2024, México registró casi 1.4 millones de personas en situación irregular, la mayoría con la intención de cruzar a Estados Unidos. Estas dinámicas migratorias, tanto internas como transfronterizas, pueden facilitar la diseminación de patógenos, especialmente en regiones con sistemas de salud limitados o desbordados.<sup>14,15</sup> Por lo tanto, la migración, tanto interna como internacional, desempeña un papel clave en la dinámica de las enfermedades emergentes y reemergentes. El movimiento de grandes grupos poblacionales puede introducir patógenos en regiones previamente no afectadas, como se evidenció con los brotes de sarampión en Europa, vinculados a migrantes provenientes de áreas con baja cobertura vacunal.<sup>16</sup> En América Latina, la crisis migratoria venezolana favoreció el resurgimiento de la difteria y el sarampión en países receptores, como consecuencia de la

interrupción de los programas de inmunización.<sup>17</sup> De igual forma, la movilidad de trabajadores agrícolas temporales hacia zonas endémicas se ha asociado con un incremento de casos de tuberculosis y parasitosis, debido a factores como el hacinamiento, la precariedad en las condiciones de vida, la falta de saneamiento básico y el acceso restringido a los servicios de salud. Estos ejemplos muestran que la migración no solo constituye un desafío social y económico, sino también un determinante crucial en la propagación de enfermedades.

La falta de preparación para enfrentar su rápida diseminación representa una amenaza tangible. La medicina ambiental —disciplina que estudia los vínculos entre el entorno y la salud— se posiciona como una herramienta clave para comprender y mitigar estos riesgos, ya que su campo de estudio no solo abarca las enfermedades transmisibles, sino también las no transmisibles.<sup>18,19</sup> Factores como la deforestación, la urbanización no planificada y el cambio climático amplían los hábitats de los vectores, lo que explica la expansión del dengue, chikungunya, zika y malaria hacia nuevas regiones. Además, la contaminación del agua incrementa el riesgo de cólera y enfermedades diarreicas. Para mitigar estos impactos, se proponen intervenciones integrales que incluyen el control de vectores basado en ecosistemas, el saneamiento hídrico y la planificación urbana sustentable, con el fin de promover la salud pública y prevenir brotes. Por ello, resulta urgente formar especialistas en esta área e implementar programas de monitoreo epidemiológico, campañas de información dirigidas a la comunidad y políticas públicas que integren la gestión ambiental con la planificación sanitaria.

Ante este escenario, es indispensable que México fortalezca su capacidad de respuesta mediante estrategias integrales que aborden las causas estructurales de estos fenómenos. Asimismo, se debe implementar el uso de la IA, como la AI4S (*Artificial Intelligence for Surveillance*), con la finalidad de desarrollar estrategias de predicción para este tipo de enfermedades.<sup>20</sup> Su objetivo principal es recopilar, integrar y analizar grandes volúmenes de datos —incluida información climática, demográfica, ambiental, sanitaria y social— con el fin de detectar patrones y tendencias que permitan anticipar brotes de enfermedades.<sup>21,22</sup> En el contexto de las enfermedades emergentes y reemergentes, como el dengue, zika o chikungunya, la AI4S representa una solución innovadora para fortalecer la capacidad predictiva del sistema de salud. Al identificar zonas de riesgo, periodos de alta vulnerabilidad y condiciones ambientales favorables para la transmisión, esta plataforma facilita la toma de decisiones basadas en evidencia en tiempo real.<sup>23,24</sup> Además, permite optimizar los recursos disponibles, orientar campañas de prevención específicas y mejorar la coordinación interinstitucional.<sup>25,26</sup>

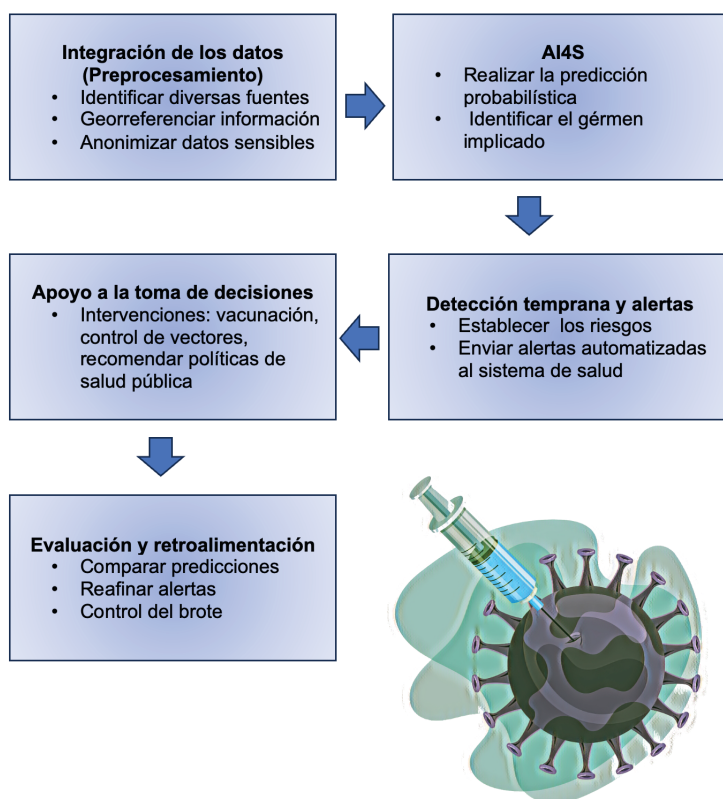
Por ejemplo, la aplicación de la AI4S ha mostrado avances relevantes en distintos países. En Canadá, *BlueDot* anticipó el brote de COVID-19 en Wuhan, lo que evidenció la utilidad de la IA en la alerta temprana, aunque con riesgos de opacidad y sesgo.<sup>27</sup> La Organización Mundial de la Salud impulsa el sistema EIOS, que procesa grandes volúmenes de datos abiertos para apoyar la detección rápida de eventos sanitarios, si bien depende de la calidad de las fuentes y de la validación humana.<sup>28</sup> En Estados Unidos, *ESSENCE* integra datos hospitalarios casi en tiempo real para identificar anomalías en enfermedades respiratorias y brotes locales, reduciendo los tiempos de respuesta, aunque puede generar sobrealertas.<sup>29</sup> En el caso de las enfermedades vectoriales, Singapur y Brasil aplican modelos predictivos para el dengue, lo que mejora la focalización de brigadas, aunque con limitaciones derivadas de los cambios climáticos y la disponibilidad desigual de datos.<sup>30</sup> Estos casos muestran beneficios claros cuando se acompañan de transparencia y supervisión ética. Su implementación en México podría marcar un punto de inflexión en la transición

hacia una salud pública más proactiva, resiliente y adaptada a los desafíos de un entorno cambiante (figura 1).<sup>31</sup>

## Conclusiones

La prevención, la educación en salud y la coordinación intersectorial son pilares fundamentales para anticipar y reducir el impacto de las enfermedades emergentes y reemergentes. La salud humana no puede desvincularse del ambiente: proteger uno implica salvaguardar al otro. El tiempo para actuar es ahora. Lo que está en juego no es solo la contención de enfermedades, sino la preservación del bienestar colectivo y la sustentabilidad de los sistemas de salud frente a una amenaza creciente y multifactorial.

**Declaración de conflicto de interés:** los autores han completado y enviado la forma traducida al español de la declaración de conflictos potenciales de interés del Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas, y no fue reportado alguno relacionado con este artículo.



## Referencias

- Magalhães AR, Codeço CT, Svenning JC, Escobar LE, Van de Vuurst P, Gonçalves-Souza T. Neglected tropical diseases risk correlates with poverty and early ecosystem destruction. *Infect Dis Poverty*. 2023;12(1):32. doi:10.1186/s40249-023-01084-1.
- Martens P, Hall L. Malaria on the move: human population movement and malaria transmission. *Emerg Infect Dis*. 2000; 6(2):103-9. doi:10.3201/eid0602.000202.
- Liu M, Liu Y, Po L, Xia S, Huy R, Zhou XN, Liu J. Assessing the spatiotemporal malaria transmission intensity with heterogeneous risk factors: a modeling study in Cambodia. *Infect Dis Model*. 2023;8(1):253-69. doi:10.1016/j.idm.2023.01.006.

4. Pan American Health Organization (PAHO/WHO). Equidad en salud [Internet]. OPS/OMS. 2025 [citado 2025 Jul 30]. Disponible en: <https://www.paho.org/es/temas/equidad-salud>
5. Pan American Health Organization (PAHO/WHO). Cambio climático y salud [Internet]. OPS/OMS. 2025 [citado 2025 Ago 4]. Disponible en: <https://www.paho.org/es/temas/cambio-climatico-salud>
6. Castaño Castaño S. La inteligencia artificial en Salud Pública: oportunidades, retos éticos y perspectivas futuras [Artificial intelligence in Public Health: opportunities, ethical challenges and future perspectives]. *Rev Esp Salud Publica*. 2025;99:e202503017.
7. Organización Panamericana de la Salud (OPS/OMS). Financiamiento de los sistemas de salud [Internet]. OPS/OMS. 2025 [citado 2025 Ago 4]. Disponible en: <https://www.paho.org/es/temas/financiamiento-sistemas-salud>
8. Secretaría de Salud. Recursos e inversión en salud. Unidad de Análisis Económico. México: Secretaría de Salud; 2024 sep. Disponible en: <https://uae.salud.gob.mx/Documentos/Documentos/Reis2.pdf>
9. Tanue EA, Nkweteyim DL, Ondua M, Kwalar GI, Kibu OD, Nyamsi ML, et al. Leveraging AI in digital one health: an inter-university collaboration for emerging and re-emerging infectious disease control in Cameroon. *Front Digit Health*. 2025; 7:1507391. doi:10.3389/fdgth.2025.1507391.
10. Secretaría de Salud. Panorama epidemiológico de dengue. Semana epidemiológica 52 [Internet]. México: Secretaría de Salud; 2022 [citado 2025 May 15]. Disponible en: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/964524/Pano\\_dengue\\_\\_\\_SE\\_52.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/964524/Pano_dengue___SE_52.pdf)
11. Wilke ABB, Vasquez C, Carvajal A, Medina J, Chase C, Cardenas G, et al. Proliferation of *Aedes aegypti* in urban environments mediated by the availability of key aquatic habitats. *Sci Rep*. 2020;10(1):12925. doi:10.1038/s41598-020-69759-5.
12. Yañez-Santaolalla J, Gómez-Dantés H, Piña-Pozas M, Lloyd LS, Betanzos-Reyes ÁF, Arenas-Monreal L. Tecnologías de la información y comunicación en la educación para la salud en el control del *Aedes aegypti*. *Salud Publica Mex*. 2025;67(2):172-9. doi:10.21149/16245.
13. Ibáñez AM, Rozo SV, Urbina MJ. Forced migration and the spread of infectious diseases. *J Health Econ*. 2021;79:102491. doi:10.1016/j.jhealeco.2021.102491.
14. Kraemer MU, Golding N, Bisanzio D, et al. Utilizing general human movement models to predict the spread of emerging infectious diseases in resource poor settings. *Sci Rep*. 2019; 9:5151. doi:10.1038/s41598-019-41192-3.
15. Gómez-Ponce CA, Pérez-Barragán E, Méndez-Palacios DM, Ramírez-Romero KO, Pérez-Cavazos S. Emerging infectious diseases and migration: a case of leishmaniasis in northern Mexico. *Lancet Infect Dis*. 2023;23(6):648-50. doi:10.1016/S1473-3099(23)00197-4.
16. Deal A, Halliday R, Crawshaw AF, Hayward SE, Burnard A, Rustage K, et al.; ESGITM. Migration and outbreaks of vaccine-preventable disease in Europe: a systematic review. *Lancet Infect Dis*. 2021;21(12):e387-e398. doi:10.1016/S1473-3099(21)00193-6.
17. Paniz-Mondolfi AE, Tami A, Grillet ME, Márquez M, Hernández-Villena J, Escalona-Rodríguez MA, et al. Resurgence of vaccine-preventable diseases in Venezuela as a regional public health threat in the Americas. *Emerg Infect Dis*. 2019; 25(4):625-32. doi:10.3201/eid2504.181305.
18. Perez-Ramos JG, McIntosh S, Barrett ES, Velez Vega CM, Dye TD. Attitudes toward the environment and use of information and communication technologies to address environmental health risks in marginalized communities: prospective cohort study. *J Med Internet Res*. 2021;23(9):e24671. doi:10.2196/24671.
19. Brattig NW, Tanner M, Bergquist R, Utzinger J. Impact of environmental changes on infectious diseases: key findings from an international conference in Trieste, Italy in May 2017. *Acta Trop*. 2021;213:105165. doi:10.1016/j.actatropica.2019.105165.
20. Zhao AP, Li S, Cao Z, et al. AI for science: predicting infectious diseases. *J Saf Sci Resil*. 2024;5(2):130-46. doi:10.1016/j.jnlsr.2024.02.002.
21. Kraemer MUG, Tsui JLH, Chang SY, et al. Artificial intelligence for modelling infectious disease epidemics. *Nature*. 2025;638:623-35. doi:10.1038/s41586-024-08564-w.
22. Zhou HY, Li Y, Li JY, Meng J, Wu A. Harnessing the power of artificial intelligence to combat infectious diseases: progress, challenges, and future outlook. *Innov Med*. 2024;2(4):100091. doi:10.59717/j.xinnmed.2024.100091.
23. Melchane S, Elmir Y, Kacimi F, Boubchir L. Artificial intelligence for infectious disease prediction and prevention: a comprehensive review. *Acta Univ Sapientiae Informatica*. 2024;16(2):160-97. doi:10.47745/ausi-2024-0010.
24. Zhou HY, Li Y, Li J, Meng J, Wu A. Unleashing the potential of artificial intelligence in infectious diseases. *Natl Sci Rev*. 2025;12(3):nwaf004. doi:10.1093/nsr/nwaf004.
25. de la Fuente-Nunez C. AI in infectious diseases: the role of datasets. *Drug Resist Updat*. 2024;73:101067. doi:10.1016/j.drug.2024.101067.
26. Villanueva Miranda I, Xiao G, Xie Y. Artificial intelligence in early warning systems for infectious disease surveillance: a systematic review. *Front Public Health*. 2025;13:1609615. doi:10.3389/fpubh.2025.1609615.
27. Bogoch II, Watts A, Thomas-Bachli A, Huber C, Kraemer MUG, Khan K. Pneumonia of unknown aetiology in Wuhan, China: potential for international spread via commercial air travel. *J Travel Med*. 2020;27(2):taaa008. doi:10.1093/jtm/taaa008.
28. World Health Organization. Epidemic Intelligence from Open Sources. [Internet]. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; [citado 2025 Ago 28]. Disponible en: <https://www.who.int/initiatives/eios>
29. Lewis MD, Pavlin JA, Mansfield JL, O'Brien S, Boomsma LG, Elbert Y, et al. Disease outbreak detection system using syndromic data in the greater Washington DC area. *Am J Prev Med*. 2002;23(3):180-6. doi:10.1016/s0749-3797(02)00490-7.
30. Rocha FP, Giesbrecht M. Machine learning algorithms for dengue risk assessment: a case study for São Luís do Maranhão. *Comput Appl Math*. 2022;41(8):393. doi:10.1007/s40314-022-02101-z.
31. Brownstein JS, Rader B, Astley CM, Tian H. Advances in artificial intelligence for infectious disease surveillance. *N Engl J Med*. 2023;388(17):1597-607. doi:10.1056/NEJMra2119215.