

Causalidad en medicina: Modelos que cambian la forma de ver la enfermedad

Causality in medicine: Models that change the way we view disease

Diana V. Sánchez-Martínez ^a, Jesús C. Ruvalcava-Ledezma ^b

Abstract:

The health-disease process and its understanding require causal models that explore alternatives to the monocausal biomedical model. This essay reviews various contemporary approaches that currently integrate multicausality, social determinants of health (SDH), causal inference using directed acyclic diagrams (DADs), the syndemic perspective, and the "one health" model. It is argued that these models, far from being isolated, must be integrated to address current challenges such as population, environmental, and epidemiological changes. Integrating these models based on social and ecological analysis and sensitivity helps us explain risks, better guide equitable policies, and design effective interventions.

Keywords:

Causality, multicausality, social determinants, syndemics, one health

Resumen:

El proceso salud-enfermedad y su comprensión requiere de modelos causales que exploren otras alternativas distintas al biomédico monocausal. Este ensayo revisa diversos enfoques contemporáneos que actualmente integran la multicausalidad, los determinantes sociales de la salud (DSS), la inferencia causal mediante los diagramas acíclicos dirigidos (DAGs), la perspectiva sindémica y el modelo "una sola salud". Se expone que estos modelos, lejos de ser aislados, deben integrarse para hacer frente a los desafíos actuales como cambios poblacionales, ambientales y epidemiológicos. La integración de estos a partir del análisis y de la sensibilidad social y ecológica nos facilita explicar riesgos, orientar mejor las políticas equitativas y diseñar intervenciones efectivas.

Palabras Clave:

Causalidad, multicausalidad, determinantes sociales, sindémica, una sola salud.

Introducción

La comprensión sobre el proceso salud-enfermedad es, sin duda, la base para decidir qué prevenir, a quién priorizar y cómo intervenir con justicia y eficacia sanitaria. El 25 de septiembre del año 2015, diferentes líderes a nivel mundial a través de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) establecieron 17 objetivos globales para eliminar la pobreza, conservar el ambiente

y garantizar el bienestar para la población de todos los países, como parte de un conjunto de nuevas estrategias para alcanzar desarrollo sostenible (ONU, 2025). Específicamente el objetivo número tres, propone la salud y bienestar para todos, mientras que los restantes contribuyen a este logro por medio de factores integrales como el ambiente, sociedad y economía, no solo el sanitario.

^a Autor de Correspondencia, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo | Escuela Superior Tepeji del Río | Tepeji del Río de Ocampo-Hidalgo | México, <https://orcid.org/0000-0002-7660-7234>, Email: diana_sanchez8479@uaeh.edu.mx

^b Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo | Instituto de Ciencias de la Salud | San Agustín Tlaxiaca-Hidalgo | México, <https://orcid.org/0000-0002-5593-3946>, Email: dcspjcarlos@gmail.com

Fecha de recepción: 03/09/2025, Fecha de aceptación: 17/09/2025, Fecha de publicación: 05/01/2026

DOI: <https://doi.org/10.29057/estr.v13i25.15880>



Por lo anterior, este ensayo propone ampliar la perspectiva del lector sobre los modelos causales de la enfermedad, analizando desde el paradigma biomédico clásico hasta los enfoques contemporáneos, los cuáles resultan más adecuados para problemas complejos a los cuales se enfrenta la salud pública: la multicausalidad, los DSS, los DAGs y la inferencia causal moderna, la perspectiva sindémica, y el enfoque "una sola salud". El objetivo es explicar las características y alcances de cada modelo para argumentar por qué, en el contexto actual de transiciones demográficas, climáticas y epidemiológicas, es imprescindible adoptar marcos integrados que combinen causalidad rigurosa con comprensión sistémica y sensibilidad social.

El contenido se desarrolla en cuatro puntos esenciales, primero se revisa el paradigma moncausal y la multicausalidad epidemiológica, posteriormente se sostiene que una buena explicación causal hoy requiere de herramientas formales como los DAGs y el marco de resultados potenciales, aunque, por sí solas, difícilmente basten; además se argumenta que las sindemias y los DSS no son solo conceptos teóricos sociológicos, sino componentes causales que, de hecho, modulan riesgos y efectos de las intervenciones. Finalmente, se describe el modelo una sola salud, el cual ofrece un enfoque integrador para procesos biológicos, sociales y ecológicos.

Al finalizar, la revisión de modelos, se deja en evidencia que, lejos de ser excluyentes, estos deberían combinarse estratégicamente para orientar políticas que resulten efectivas y equitativas. Las interrogantes de la causalidad conllevan a replantear la responsabilidad y la equidad en salud.

Desarrollo

Transición de la causa única a la multicausalidad

Durante mucho tiempo, la biomedicina sostuvo un enfoque moncausal, el cual refiere que una exposición patógena conduce a una enfermedad. Esta perspectiva, resultado bastante útil para describir enfermedades infecciosas con agentes fácilmente identificables, no obstante resulta limitante ante condiciones crónicas y fenómenos complejos actuales. Por su parte, la epidemiología clásica introdujo la multicausalidad, enfocándose en diversos factores como los biológicos e individuales, conductuales y ambientales, los cuales interactúan cuando la enfermedad se presenta (Kouser, H. N., et al. 2021).

Esta transición de unicausalidad a multicausalidad, presenta dos limitantes: la primera es que no establece reglas claras para identificar confusión ni para estimar efectos causales, cuando las relaciones son confusas y dinámicas entre los elementos que lo integran. De ahí la necesidad, de implementar métodos formales de inferencia causal, ya que permiten que la epidemiología transite de describir correlaciones a generar evidencia confiable sobre las causas, lo cual resulta clave para el diseño intervenciones en salud pública y de políticas de salud efectivas para la población.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), en 2025, los determinantes sociales son básicos para explicar la complejidad de cómo las personas y comunidades enferman, sanan o mueren antes que otras, aun cuando la atención médica sea técnicamente igual. No se trata solo de un entorno, sino de causas estructurales que se manifiestan como patrones a largo plazo, tales como las condiciones de vida en las que se desarrollan las personas, el nivel de educación que alcanzan, los tipos de empleo que tienen los individuos, la cantidad de ingresos con los que cuentan para sobrevivir, el género a nivel individual, las políticas públicas de su país, características de la vivienda y redes de apoyo social con las que se cuenta, ya sea a nivel local o global.

Los DSS, se alinean con la visión de los ODS, los cuales buscan abordar las causas profundas de las desigualdades en salud y sociales. Por ejemplo, el ODS tres aborda la salud y el bienestar común, como un factor fundamental, no obstante, se requiere abordar otros ODS, como el número uno, el cual establece el fin de la pobreza o el número cuatro que favorece la educación de calidad y el diez que busca la reducción de desigualdades (ONU, 2025).

Por su parte, la OMS en 2020, estableció que a todo nivel de ingreso, la salud responde a una inclinación social y que las condiciones de vivienda, educación y empleo que mantiene la población, impactan en gran medida, incluso más que la información o el acceso a los servicios sanitarios. Lo que significa, es que la salud no se distribuye al azar, de hecho, dentro de un mismo país o ciudad, a medida que se estudian los niveles económicos más bajos se desciende en la escala social (menos ingresos, menor educación, empleos más precarios, peores condiciones de vivienda), la salud empeora y la esperanza de vida disminuye. En términos prácticos, reconocer esta distribución, obliga a diseñar políticas de equidad en salud que actúen sobre las causas sociales y económicas, no solo sobre los factores biomédicos.

En relación a lo anterior, los centros para el control y la prevención de enfermedades (CDC) en 2024, reafirman que es preciso considerar estos determinantes en la prevención de la enfermedad y en la planificación de programas de intervención, así como la distorsión del análisis causal, sin subestimar sus efectos, sobredimensionar culpables individuales y legitimar políticas que resulten ineficaces a corto o largo plazo.

La inferencia causal contemporánea: DAGs, supuestos y responsabilidad analítica

Los DAGs son una representación gráfica que se usa en el área de epidemiología y estadística, para mostrar las diferentes relaciones causales que existen entre las variables de una enfermedad (Pearl J., 2009). Para efectos de este manuscrito, se consideran esenciales ya que explican supuestos sobre la estructura causal entre las variables, además permiten identificar posibles confusores, evitando sesgos por colisión, así como planear estrategias detalladas sobre el análisis de estos.

Actualmente, diversos autores como Van Cauwenberg, J., et al., 2023., Tennant, P. W., et al., 2021 y Poppe, L., et al., 2024., sugieren abandonar el uso técnico de criterios empleados por varias décadas y transitar hacia marcos formales, resultados potenciales y DAGs que, aunque no garantizan la verdad, sí permiten mayor transparencia entre los supuestos causales y reducen interpretaciones erróneas que suelen ser frecuentes en políticas infundadas.

Es fundamental ejercer una transparencia intencional y reflexiva al tomar decisiones que impactan a comunidades completas.

La construcción de los modelos que está basada en teorías, podría beneficiarse de la verificación con los datos y que el descubrimiento causal podría aportar nuevas ideas a teorías antiguas (Didelez, V., 2024). Ahora bien, la inferencia causal enfrenta retos adicionales cuando la exposición es social (educación, pobreza, racismo estructural). Es entendible que la equivalencia de estos sea difícil de verificar, pues las poblaciones difieren sistemáticamente en el contexto que les rodea y su análisis podría volverse un tema completamente subjetivo.

Sin embargo, esta idea no implica renunciar a la causalidad; al contrario, implica diseñar mejores estudios, combinar métodos que aporten nuevas ideas y reportar con honestidad incertidumbres y límites de cada uno de ellos (Kaufman, J. S., et al., 2024).

En relación a enfermedades infecciosas simples, el modelado causal dinámico muestra que predecir a largo plazo exige integrar la estructura causal que detona la enfermedad, así como las retroalimentaciones y cambios conductuales que se comportan de manera dinámica a lo largo de las generaciones (Bowie, C.y Friston K. 2025). En otras palabras, el contagio no ocurre en un espacio vacío, ocurre en el interior de redes sociales, de ciudades y ecosistemas cambiantes. Probablemente esta sea una de las razones por las que la modelación que incorpora causalidad explícita está siendo tan relevante en el ámbito de la salud y en el comportamiento epidemiológico, porque permite pasar de describir lo que ocurre a una reflexión más profunda para entender por qué ocurre y qué pasaría si cambiamos algún factor.

Sindemias: cuando las causas interactúan dentro de sistemas sociales

La perspectiva sindémica postula que dos o más epidemias o condiciones ambientales interactúan conjuntamente, potenciadas por contextos sociales adversos. Además, establece que dos o más epidemias o condiciones ambientales interactúan conjuntamente, potenciadas por contextos sociales adversos. No se trata, por tanto, de comorbilidades superpuestas, sino de interacciones biosociales que amplifican el daño(Bulled, N., & Singer, M. 2024). Es decir, no basta con analizarlas de manera aislada, ya que por sí solas no tendríamos un análisis completo, sino estudiarlas a partir de la relación entre dos o más enfermedades, las cuáles siempre se superponen con factores ambientales, sociales o económicos que agravan sus efectos mutuamente.

Por ejemplo, durante la pandemia de COVID-19, este marco retomó con fuerza, ya que permitió comprender como la infección por SARS-CoV-2 coevolucionó con el incremento de enfermedades crónicas, la desigualdad, precariedad laboral y racismo, entre otros diversos desafíos a nivel global (Fronteira, I., et al. 2021).

Por tanto, es útil sostener que COVID-19 fue y sigue siendo en algunos contextos geográficos, parte de una sindemia que debe orientar a intervenciones multiescala (sanitarias y sociales) y a metas que permitan mitigar factores que difícilmente alcanzaremos con estrategias exclusivamente biomédicas.

También exige abordar intervenciones sociales: reducir desigualdades poblacionales, mejorar las condiciones de la vivienda, garantizar empleos dignos, acceso a una educación de calidad y aplicación de políticas para la protección social (Ali, S.,et al 2024), por lo que nuevamente se hace visible la prioridad de atender los ODS.

La COVID-19 no fue solo una enfermedad infecciosa, sino una crisis biosocial, en la que se siguen viviendo sus efectos y por eso requiere de respuestas integrales que sean capaces de combinar la salud pública, políticas sociales y justicia económica para todos, pues la aparición de nuevas pandemias es una amenaza latente. De lo contrario, difícilmente se logrará controlar su futuro impacto en las poblaciones crecientes.

Por otro lado, es importante resaltar que el reconocimiento de sindemias no atenúa la causalidad; por el contrario, la vuelve más compleja. De manera concreta, la OMS (2025) sugiere identificar puntos que impulsen las políticas sociales (por ejemplo las transferencias de riesgos, vivienda saludable, empleo digno) que reduzcan simultáneamente la exposición, vulnerabilidad poblacional y la probabilidad de que se formulen nuevas interacciones entre los diversos factores que resulten nocivas para la calidad de vida de la población (CDC, 2024).

Si se aplican políticas sociales y de salud de manera integrada (por ejemplo, mejorar vivienda, alimentación y empleo al mismo tiempo que se atienden enfermedades), los beneficios para la población serán mayores, que si cada servicio médico actúa por separado y sin coordinación con las necesidades que le demande.

Es así como un enfoque conjunto y preventivo mejora más la salud de la comunidad, que muchas acciones clínicas aisladas.

Determinantes sociales de la salud: causas estructurales y equidad

Los DSS son las condiciones materiales (ingresos, empleo, vivienda), recursos simbólicos (educación, capital social) y estructuras de poder (políticas, normas, racismo) y son en sí mismas, causas de enfermedad, no solo factores de riesgo. De hecho, la OMS (2025) y la CDC (2024) enfatizan que el contexto social pesa tanto como las características clínicas.

Esta afirmación, que a veces se mal interpreta como política, tiene implicaciones técnicas y éticas, además exige una medición rigurosa y priorización distributiva a cada uno de los elementos que lo integra.

Requiere la implementación de métricas muy precisas

para factores sociales como pobreza, educación, vivienda, acceso a servicios públicos, discriminación, etc. Además implica el diseño de intervenciones integrales con otros profesionales, no solo tratamientos médicos, que consideren determinantes sociales de la salud. Por tanto, nos obliga a reflexionar sobre el verdadero sentido de justicia social y equidad, porque desafortunadamente los grupos sociales vulnerables suelen tener peores condiciones salud y falta de acceso a servicios sanitarios. Las decisiones de priorización deben tomarlas políticos inmersos en las necesidades sociales y basarse en criterios que sean transparentes, evitando en gran medida que la atención se concentre solo en quienes tienen acceso a recursos.

Aunque, algunos vean esto como exclusivamente un tema político, desde la salud pública es de carácter científico y ético: por lo que ignorar el contexto social sería una aproximación incompleta y poco efectiva. Por lo tanto, se sugiere integrar evidencia social y clínica, al momento de diseñar políticas, si lo que realmente se busca es reducir las desigualdades en salud.

En términos metodológicos, incorporar DSS en modelos causales requiere enfoques híbridos: además DAGs que incluyan conexiones estructurales; modelos de sistemas complejos que incluyan agentes causales, relaciones, dinámicas no lineales y también estrategias mixtas que conecten evidencia cuantitativa con conocimiento cualitativo del territorio en cuestión. La bibliografía actual en epidemiología social aún está desarrollando precisamente el cómo simular y estimar efectos en sistemas con retroalimentaciones y umbrales, por lo tanto aún falta mayor investigación en esa área que permita predecir posibles comportamientos, según el contexto. Pues aunque persisten vacíos, en esa área de conocimiento, este enfoque presenta un área fértil para generar inferencias útiles en las políticas públicas (Kouser, H. N., et al. 2021).

Una sola salud: causalidad en redes humano-animal-ecosistema

A medida que la población mundial aumenta y globaliza, los seres humanos deben resolver problemas cada vez más complejos, el concepto una sola salud, busca resolverlos al integrar la salud humana, animal y ambiental, uniendo esfuerzos de de diversas disciplinas que resulten relevantes en diferentes niveles organizacionales (Brown, H.L. et al. 2024). Este enfoque actualmente es uno de los modelos más necesarios y estratégicos para comprender y enfrentar los problemas de salud.

Pitt, S. J. & Gunn A., 2024, afirman que la salud humana, la salud animal y la salud del ambiente están profundamente interconectadas, tal como se mencionó en el parrafo anterior, sin embargo adicionan que no es posible prevenir ni controlar de forma efectiva problemas de salud pública si no se consideran al mismo tiempo las zoonosis emergentes, resistencia antimicrobiana y los problemas ambientales, como la contaminación y el cambio climático.

Pepin, K. M., et al., 2024. y Mubareka S., et al, 2023, afirman que una sola salud, además integra la vigilancia epidemiológica, datos, gobernanza y acción

intersectorial y que cuando se aplica con claridad y conciencia de su impacto, permitiría optimizar la prevención y su respuesta, porque aborda causas que trascienden al individuo y el sector salud.

Desde la visión causal, el modelo una sola salud, invita a replantear los DAGs, expuestos anteriormente, además de incluir reservorios animales, cadenas de valor agroalimentarias, uso de suelo y clima. De hecho, es probable, que muchas fallas predictivas provengan de modelar los sistemas abiertos como si fueran cerrados (Milazzo, A. et al., 2025). Esto se traduciría a dejar fuera del análisis causal los diversos factores que se involucran en la aparición de la enfermedad.

Por otro lado, un enfoque interdependiente debería reducir situaciones inesperadas en salud y disminuir los posibles sesgos en las proyecciones epidemiológicas (Pitt, S. J. & Gunn A., 2024), además anticipar factores externos de políticas las sectoriales que influyen en las condiciones de vida (Pepin, K. M., et al., 2024).

Es así como una sola salud, no solo representa un modelo causal más, sino que implica un cambio cultural, en el que se requiere aceptar que nuestro bienestar depende no solo del equilibrio con los animales que cohabitan el planeta, sino de algo más complejo: los ecosistemas. Y en caso de ignorar este supuesto, nos exponemos a ciertas amenazas de crisis sanitarias, cada vez más graves y frecuentes.

En contraste, su integración en las políticas públicas y en la investigación, puede generar soluciones más sostenibles, justas y duraderas para todos. Además, con el cumplimiento de los ODS, se trabajan en paralelo las acciones por el clima (ODS 13), vida submarina (ODS 14) y la vida de ecosistema terrestres (ODS 15), las cuales facilitan la relación entre la salud humana, el ambiente, equidad social y la prosperidad económica (ONU, 2025).

El pluralismo estratégico: combina rigor formal y sensibilidad sistemática

Posterior a que se han revisado distintas perspectivas en relación a modelos causales de la enfermedad, es evidente que ninguno por sí solo, es suficiente para la comprensión global del proceso salud-enfermedad. La inferencia causal moderna aporta precisión y realismo sobre estos supuestos; la multicausalidad recuerda que la enfermedad raramente obedece a una sola exposición, mientras que los DSS ubican causas externas (OMS, 2025), las sindemias muestran interacciones sinérgicas y una sola salud, amplía el enfoque de análisis hacia humanos, animales y ecosistemas (Tennant, P. W. G.,et al., 2021). Por lo tanto, es preciso integrar estos planos con pragmatismo, ya que representa la única vía realista para la toma de decisiones públicas efectivas.

Finalmente, el pluralismo estratégico sugiere un enfoque en tres pasos:

1. Explícitar la estructura causal con DAGs (incluyendo intersecciones sociales y ecológicas) y derivar estrategias para la identificación de los determinantes
2. Relacionar la evidencia con la que se cuenta con los datos observacionales (métodos causales), experimentos viables y modelos de sistemas para

explorar diversos escenarios

3. Establecer una relación entre la modelación con las metas de equidad planteadas, trabajando con causas estructurales y con la gobernanza intersectorial (Pepin, K. M., et al., 2024).

Este pluralismo no es una combinación sin rumbo, por el contrario, representa una metodología que demanda responsabilidad (Kouser, H. N., et al., 2021) y resulta muy útil porque incita a no caer en la complejidad de lo técnico y lo social. En salud, un pluralismo estratégico permitiría diseñar políticas y prácticas que sean válidas científicamente como viables y justas en la práctica real. Al reconocer su complejidad, evitamos soluciones simplistas y al considerar el rigor causal, evitamos relativismo. Pero sobre todo, se vincula la explicación en el contexto concreto de poblaciones, para las cuales la causalidad se enfoca hacia presupuestos, leyes, infraestructura y oportunidades.

Conclusión

La enfermedad requiere de una descripción enfocada en el pluralismo causal con dos perspectivas: el rigor formal y la sensibilidad sistémica. Los DAGs y la inferencia causal moderna nos obligan a declarar supuestos, identificar confusión y estimar efectos con realismo. No obstante, sería incorrecto ignorar que la enfermedad emerge de entramados biosociales: las sindemias muestran interacciones sinérgicas; los DSS revelan causas estructurales; por su parte una sola salud nos recuerda que tanto humanos, animales y ecosistemas comparten riesgos y soluciones. Adoptar el pluralismo implica gestar políticas que ataquen causas, sin renunciar al análisis de las particularidades en salud. Actualmente el mundo enfrenta diversas crisis superpuestas, como la climática, alimentaria, infecciosa, por lo que resulta evidente que las respuestas estrictamente biomédicas son necesarias pero insuficientes. Para abordarlas, los ODS ofrecen un marco integral: se busca erradicar el hambre (ODS 2) para garantizar sistemas alimentarios sostenibles, promover la salud y bienestar (ODS 3) y asegurar agua y saneamiento para prevenir enfermedades (ODS 6). Finalmente, el ODS 17, enfatiza las alianzas multisectoriales como la vía para soluciones verdaderamente efectivas.

Es razonable que solo aquellas sociedades que integren marcos causales robustos, con agendas de equidad y gobernanza intersectorial sean, las que logren más salud con mayor justicia para sus habitantes. La causalidad, bien entendida, no solo explica el desarrollo de enfermedades, nos compromete a la acción en beneficio de la salud pública. Los modelos importan porque, en última instancia, causan políticas, y las políticas causan salud o enfermedad en una sociedad.

Referencias

- [1] Ali, S., Li, Z., Moqueet, N., Moghadas, S. M., Galvani, A. P., Cooper, L. A., Stranges, S., Haworth-Brockman, M., Pinto, A. D., Asaria, M., Champredon, D., Hamilton, D., Moulin, M., & John-Baptiste, A. A. (2024). Incorporating Social Determinants of Health in Infectious Disease Models: A Systematic Review of Guidelines. *Medical decision making : an international journal of the Society for Medical Decision Making*, 44(7), 742–755. <https://doi.org/10.1177/0272989X241280611>
- [2] Brown, H.L., Pursley, I.G., Horton, D.L. et al. (2024). One health: a structured review and commentary on trends and themes. *One Health Outlook* 6, 17 <https://doi.org/10.1186/s42522-024-00111-x>
- [3] Bowie, C.y Friston K. (2025). Dynamic causal models in infectious disease epidemiology (Technical report). Wellcome Open Research. <https://doi.org/10.12688/wellcomeopenres.19541.1>
- [4] Bulled, N., & Singer, M. (2024). Conceptualizing COVID-19 syndemics: A scoping review. *Global Advances in Health and Medicine*, 13, 1–15. <https://doi.org/10.1177/26335565241249835>
- [5] CDC. (2024). Social Determinants of Health (SDOH). Centers for Disease Control and Prevention. <https://www.cdc.gov/about/priorities/why-is-addressing-sdoh-important.html>
- [6] Didelez, V. (2024). Invited commentary: Where do the causal DAGs come from? *American Journal of Epidemiology*, 193(8), 1075–1078. <https://doi.org/10.1093/aje/kwae067>
- [7] Fronteira, I., et al. (2021). The SARS-CoV-2 pandemic: A syndemic perspective. *One Health*, 13, 100283. <https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2021.100283>
- [8] Kaufman, J. S., et al. (2024). Causal inference challenges in the relationship between education and health. *Chronic Diseases and Injury in Canada*, 44(3), 115–123. <https://doi.org/10.1016/j.jcjd.2024.08.005>
- [9] Kouser, H. N., Barnard-Mayers, R., & Murray, E. (2021). Complex systems models for causal inference in social epidemiology. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 75(7), 702–708. <https://doi.org/10.1136/jech-2019>
- [10] Milazzo, A., Liu, J., Multani, P., Steele, S., Hoon, E., & Chaber, A. L. (2025). One Health implementation: A systematic scoping review using the Quadripartite One Health Joint Plan of Action. *One health* (Amsterdam, Netherlands), 20, 101008. <https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2025.101008>
- [11] Mubareka S., Amuasi J., Banerjee A., Carabin H., Copper J.J., Jardine C., Jaroszewicz B., Keefe G., Kotwa J., Kutz S., McGregor D., Mease A., Nicholson, Nowak K., Pickering B., Reed M.G., Saint-Charles J., Simonenko K., Trevor Smith T., Weese J.S., and Parmley E.J. (2023). Strengthening a One Health approach to emerging zoonoses. *FACETS*. 8: 1-64. <https://doi.org/10.1139/facets-2021-0190>
- [12] OMS. (2025, May 6). Social determinants of health. World Health Organization. <https://www.who.int/news-room/factsheets/detail/social-determinants-of-health> Organización Mundial de la Salud
- [13] OMS-OPS. (2020). Social determinants of health. Pan American Health Organization. <https://www.paho.org/en/topics/social-determinants-health> Paho
- [14] ONU (2025) Objetivos del desarrollo sostenible. Consultado el 15 d septiembre de 2025 desde: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- [15] Pearl, J. (2009). Causality: Models, reasoning, and inference (2nd ed.). Cambridge University Press.
- [16] Pepin, K. M., et al. (2024). Steps towards operationalizing One Health approaches. *One Health*, 16, 100512. <https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2024.100512>
- [17] Pitt, S. J., Gunn A. (2024). The One Health concept. *Journal of Infection Prevention*, 25(1), 14–24. <https://doi.org/10.1177/1751774231220967>
- [18] Poppe, L., Steen, J., Loh, W. W., Crombez, G., De Block, F., Jacobs, N., Paepe, A. L. D. (2024). How to develop causal directed acyclic graphs for observational health research: a scoping review. *Health*

Psychology Review, 19(1), 45–65.
<https://doi.org/10.1080/17437199.2024.240289>

- [19] Tennant, P. W. G., Murray, E. J., Arnold, K. F., Berrie, L., Fox, M. P., Gadd, S. C., ... & Keogh, R. H. (2021). Use of directed acyclic graphs (DAGs) to identify confounders in applied health research. *International Journal of Epidemiology*, 50(2), 620–632. <https://doi.org/10.1093/ije/dyaa213>
- [20] Van Cauwenberg, J., De Paepe A., Poppe L. (2023). It's time to embrace causal thinking using directed acyclic graphs (DAGs). *Journal of Epidemiology & Community Health*, 77(12), 818–820. <https://doi.org/10.1136/jech-2022-219851>