



EDITORIAL

Desenredando el exposoma: hacia un modelo de Salud Planetaria

Unraveling the exposome: towards a model of planetary health

Juan Antonio Ortega-García^{a,b}

^a *Comité de Salud Medioambiental, Global Alliance for Rewilding Child and Adolescent Health, Asociación Española de Pediatría, Madrid, España*

^b *Pediatric Environmental Health Speciality Unit (PEHSU), Hospital Clínico Universitario Virgen de la Arrixaca, Universidad de Murcia, Murcia, España*

El concepto de salud está evolucionando a medida que los desafíos ambientales, sociales y tecnológicos redefinen nuestras prioridades. El cambio climático, la contaminación, la pérdida de biodiversidad, el agotamiento de los recursos, los costes insostenibles, la desconexión de la naturaleza y el auge de las enfermedades crónicas están estrechamente vinculados a la era del Antropoceno. Nos enfrentamos a una crisis global que afecta profundamente a las poblaciones más vulnerables, especialmente a los niños. La contaminación es responsable de una de cada seis muertes en todo el mundo¹. Para garantizar un futuro saludable, debemos replantear radicalmente nuestro enfoque de la salud pediátrica.

La medicina medioambiental o ambiómica propone un enfoque expansivo y holístico multidimensional que va más allá de los avances genómicos, expande los principios de la medicina de precisión integrando el genoma, el entorno, estilos de vida y determinantes sociales en las decisiones clínicas (tabla 1). Este nuevo enfoque plantea que la salud debe ser entendida como un proceso dinámico de adaptación y equilibrio en sintonía con el entorno natural y social².

Enfermedad del Antropoceno, una manifestación global

La enfermedad del Antropoceno describe el impacto profundo y generalizado de las actividades humanas en la salud del planeta y las personas. Desde mediados del siglo XX esta era está marcada por la degradación ambiental, el cambio climático, la sobreexplotación de recursos naturales y una cultura de la basura ligada al uso masivo de combustibles fósiles. En este contexto, las enfermedades crónicas que afectan a múltiples órganos y sistemas –cardiovasculares, renales, respiratorias, endocrinas, neurodegenerativas, cáncer...– y las pandemias emergentes como SARS-CoV-2, son expresiones claras de esta crisis ambiental. Todas estas enfermedades comparten factores de riesgo, profundamente vinculados a la destrucción de los ecosistemas y los estilos de vida modernos. Abordarlas como expresiones de la enfermedad del Antropoceno nos abre una oportunidad única para integrar la salud humana y la del planeta. Si queremos tratar a nuestros enfermos, también debemos curar al planeta.

La contaminación ambiental y el cambio climático comparten el origen y muchos de sus efectos sobre la salud. La adopción de la métrica *Global Burden of Disease* en la evaluación de la contaminación ha permitido movilizar

Correo electrónico: ortega@pehsu.org

<https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2024.503695>

1695-4033/© 2024 Asociación Española de Pediatría. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la CC BY-NC-ND licencia (<http://creativecommons.org/licencias/by-nc-nd/4.0/>).

Cómo citar este artículo: J.A. Ortega-García, Desenredando el exposoma: hacia un modelo de Salud Planetaria, Anales de Pediatría, <https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2024.503695>

Tabla 1 Elementos clave para una medicina ambiómica en un modelo de Salud Planetaria

Genoma	Genoma y todas las ómicas. Genómica, epigenómica, proteómica, metabolómica, transcriptómica, entre otras, que estudian las interacciones y funciones moleculares en la salud y enfermedad.
Exposoma	Contaminantes físicos y químicos. Todas las exposiciones ambientales a lo largo de la vida, como contaminación atmosférica, productos químicos y radiaciones. Estilo de vida. Actividad física, sueño, uso de tecnología, contacto con la naturaleza, entornos digitales, otras adicciones y comportamientos que influyen en la salud. Salud mental. Cómo el estrés, la ansiedad, emociones y otros factores psicosociales impactan la salud. Determinantes sociales de la salud. Creencias, valores, cultura, espiritualidad y condiciones socioeconómicas que afectan la Salud Planetaria. Interacciones socioecológicas. Impacto del entorno natural, cambio climático, biodiversidad, catástrofes naturales, meteoritos, pandemias emergentes y calidad de los ecosistemas en la salud humana y del planeta. Microbioma. Comunidad de microorganismos que habitan en el cuerpo y ecosistemas y su rol en la digestión, inmunidad y salud general. Metabolismo y nutrición. Nutrición para el desarrollo óptimo y salud.

la opinión pública y logrado avances significativos en su control³. Aplicar esta misma métrica al cambio climático unificaría esfuerzos para mejorar la planificación y protección de la salud humana y de los ecosistemas.

Redefiniendo la salud: un enfoque ecosistémico

Desde 1948, la Organización Mundial de la Salud (OMS) define la salud como «un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solo la ausencia de enfermedad». Aunque pionera, esta definición hoy se percibe como estática. Proponemos una nueva definición de salud basada en las «habilidades» que permitan a individuos y comunidades alcanzar el estado pleno de bienestar físico, mental y social en «armonía con la Naturaleza». Esta definición sitúa la salud como un proceso dinámico y participativo, en el que las personas son protagonistas activas de su bienestar, estrechamente vinculado al estado de los ecosistemas. Este modelo será sostenible y coste-efectivo solo si las personas participan activamente en su mantenimiento y mejora².

Mientras que las fuentes tradicionales de contaminación han disminuido, la mortalidad debida a contaminantes como el plomo, la contaminación atmosférica y los productos químicos ha aumentado drásticamente¹. En este enfoque, el desafío es «renaturalizar» la salud para «rehumanizar» nuestras prácticas, devolviendo a las personas su conexión con la naturaleza. Enraizar la salud de la infancia para dotar de sentido las prácticas sanitarias, promoverá una salud pública centrada en los factores de protección, y no solo en evitar los riesgos.

Durante décadas, la medicina de precisión se ha centrado en el genoma humano, logrando avances extraordinarios. Sin embargo, este enfoque es insuficiente para comprender la salud humana en su totalidad. El reto de la pediatría en los próximos 25 años será desentrañar el exposoma (conjunto de exposiciones ambientales a lo largo de la vida, y su impacto en el bienestar). Este enfoque no solo enriquecerá la prevención y el tratamiento, sino que redefinirá el cuidado de la salud, promoviendo una perspectiva más holística y contextualizada. Las diferencias de los modelos aparecen en la [tabla 2](#)^{2,4}.

En este nuevo modelo, la prevención primaria, secundaria y terciaria se unifican en un enfoque de anticipación. Cuanto antes intervengamos, mayores serán los beneficios en la salud. La anticipación previene enfermedades, optimiza tratamientos y mejora el pronóstico involucrando a las personas en su propio bienestar ([fig. 1](#))².

Un futuro donde la enfermedad será rara

El desenredamiento del exposoma incorporando datos en abierto, la participación ciudadana y la anticipación transformarán la medicina pediátrica. En lugar de reaccionar ante la enfermedad, la medicina de anticipación tomará el control, permitiendo la detección temprana de alteraciones antes de que se conviertan en patologías crónicas. Este cambio implicará que la mayoría de los servicios se harán fuera de los centros sanitarios tradicionales. En este futuro, la enfermedad será un fenómeno raro, y la salud en gran medida se mantendrá a través de la colaboración entre profesionales de la salud, educadores y la sociedad. Los programas de «prevención dirigida» a grupos de riesgo estarán en el centro de la práctica clínica y consumirán gran parte de los recursos en los servicios de pediatría. Los hospitales serán más pequeños, pero extraordinariamente tecnológicos y sofisticados. Este enfoque requerirá una redistribución de los recursos y la creación de alianzas estratégicas con universidades, instituciones internacionales y empresas que permitirá que este modelo de salud trascienda las fronteras tradicionales de la medicina, impactando en la salud global^{2,4}.

Hacia una Salud Planetaria

El concepto de Salud Planetaria propone una integración radical entre la salud humana y la del planeta. Va más allá de prevenir enfermedades, creando entornos donde los niños y las comunidades puedan prosperar en armonía con la naturaleza. Para lograrlo, será crucial: a) crear nuevas capacidades y estructuras como las *Pediatric Environmental Health Specialty Units* (PEHSU), que integran la salud y el medioambiente en la práctica clínica. El objetivo es que cada departamento de pediatría de referencia en España

Tabla 2 Diferencias del modelo de medicina tradicional de prestación de servicios clásicos y el de la Salud Planetaria

	Tradicional	Salud Planetaria
Abordaje	Factores de riesgo individuales	Holístico
Rol de enfermo/familia	Receptor pasivo	Protagonista y «socio»
Responsabilidad	Del profesional	Corresponsabilidad
Exigencia de grandes cambios al paciente	No	Sí, suele ser necesario
Meta	Tratamiento de la enfermedad	Eradicación y prevención de enfermedad
Tratamiento	A corto plazo	A largo plazo
Modalidad terapéutica más frecuente	Medicación	Cambios en el medioambiente, estilos de vida y factores sociales/comunitarios
Personalización	Medicina de Precisión. Centrada en la genética (genoma) y características individuales	Ambioma (genoma + exposoma), Integrando factores ambientales, sociales y comunitarios
Resiliencia y sostenibilidad	No contempladas	Enfoque en la resiliencia del enfermo y la sostenibilidad de los sistemas de salud y el medioambiente
Focalización	Diagnosticar y tratar	Motivar y asegurar cumplimiento terapéutico
Importancia del medioambiente	Escasa	Importante y trascendente
Uso de datos en abierto	Limitado, centrado en el profesional de la salud y los individuos	Amplio, basado en la transparencia, participación comunitaria, y monitorización integral del entorno social y ambiental.
Impacto en las comunidades	Limitado, enfocado en el individuo	Integral, con intervenciones que impactan tanto al individuo como a las comunidades y al entorno
Uso de tecnología	Ampliada en las ciencias ómicas para diagnóstico y prevención	Expansiva, integra ómicas y el monitoreo del exposoma

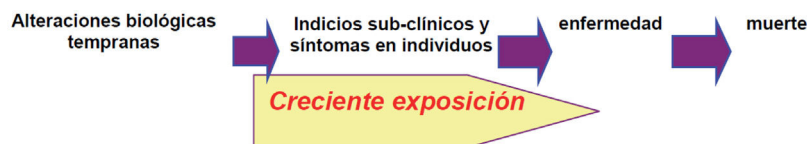


Figura 1 Medicina de anticipación y consultas de «prevención dirigida».

Nota: En el modelo de Salud Planetaria, la enfermedad será un fenómeno raro. La mayoría de las actividades pediátricas estarán centradas en las fases de alteraciones biológicas tempranas o en la fase subclínica para evitar el desarrollo de la enfermedad.

en 2030 cuente con una PEHSU, b) desarrollar nuevos perfiles profesionales como médicos y enfermeras ambientales, ecoterapeutas, técnicos y gestores de salud ambiental, c) promover la formación desde el pregrado hasta el posgrado para preparar a los profesionales ante los desafíos de la salud medioambiental⁵.

Urge una acción global y multisectorial para proteger la salud de los niños frente a los efectos crecientes de la contaminación y el cambio climático mediante políticas que aborden la mitigación y la adaptación. Estos cambios no serán sencillos. Tendrán que superar la fuerte oposición de poderosos intereses creados. Afortunadamente, ya disponemos de políticas, avances tecnológicos y las instituciones necesarias para iniciar este cambio transformador. Solo mediante un esfuerzo colectivo avanzaremos hacia un modelo de salud más sostenible y equitativo, donde ciencia,

ética, naturaleza y la espiritualidad converjan. Los pediatras no seremos solo clínicos, sino líderes comunitarios que construirán puentes entre la medicina, la ecología y la tecnología. La participación activa de las personas será clave para co-crear un modelo de salud inclusivo, justo y resiliente para el futuro del planeta.

Desenredar el exposoma es mucho más que una cuestión técnica, es un acto de liderazgo transformacional. Los pediatras, al frente de esta nueva ilustración de la salud, tenemos la responsabilidad de construir un sistema de Salud Planetaria que no solo trate enfermedades, sino que prevenga su aparición y mejore el pronóstico mediante la protección del medioambiente. Este es el momento de ser audaces, de promover un cambio real, y de preparar a las generaciones futuras para vivir en un mundo donde la salud de las personas y la del planeta sean una sola.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Fuller R, Landrigan PJ, Balakrishnan K, Bathan G, Bose-O'Reilly S, Brauer M, et al. Pollution and health: a progress update. *Lancet Planet Health*. 2022;6:e535–47, [http://dx.doi.org/10.1016/S2542-5196\(22\)00090-0](http://dx.doi.org/10.1016/S2542-5196(22)00090-0).
2. Ortega-García JA. Plataformas para la Transición del modelo de Salud. En: Ortega JA, editor. *Llamando a la Tierra. .Llamando a la Tierra. Una aproximación al modelo de la Salud Medioambiental*. Cartagena: Ecosalud; 2021. p. 287–312.
3. Romanello M, Walawender M, Hsu SC, Moskeland A, Palmeiro-Silva Y, Scamman D, et al. The 2024 report of the Lancet Countdown on health and climate change: facing record-breaking threats from delayed action. *Lancet*. 2024;404:1847–96, [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(24\)01822-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(24)01822-1).
4. Wu H, Eckhardt CM, Baccarelli AA. Molecular mechanisms of environmental exposures and human disease. *Nat Rev Genet*. 2023;24:332–44, <http://dx.doi.org/10.1038/s41576-022-00569-3>.
5. Ortega-García JA, Tellerías L, Ferrís-Tortajada J, Boldo E, Campillo-López F, van den Hazel P, et al. Amenazas, desafíos y oportunidades para la salud medioambiental pediátrica en Europa, América Latina y el Caribe. *An Pediatr (Engl Ed)*. 2019;90:124e1–11, <http://dx.doi.org/10.1016/j.anpedi.2018.11.015>.