Desde la pediatría medioambiental. Medicina de las trayectorias en el niño hospitalizado. El mapa invisible de la enfermedad.

Dr. Juan Antonio Ortega García. Profesor de Pediatría. Universidad de Murcia. Responsable de la Unidad de Salud Medioambiental Pediátrica (PEHSU). Hospital Clínico Universitario Virgen de la Arrixaca. Asesor de Medicina Ambiental HSJD. Barcelona

Manuscrito elaborado con la colaboración de la Dra. Ana Murillo Martínez, residente de Pediatría, Hospital General Universitario Dr Balmis, Alicante, durante su rotación en PEHSU-Murcia.

Cuando un niño ingresa en el hospital, la atención se concentra de forma legítima en lo inmediato: estabilizar, diagnosticar y tratar. La cama hospitalaria reúne signos, analíticas, imágenes, tratamientos y decisiones urgentes. Sin embargo, esa fotografía clínica es solo un punto de una película mucho más larga. La enfermedad no comienza en la puerta de urgencias. Antes de llegar al hospital ha recorrido una trayectoria biológica y vital formada por el desarrollo, la alimentación, el aire, la vivienda, la escuela, el barrio, los vínculos familiares, las exposiciones químicas y las oportunidades —o la ausencia de ellas— para proteger la salud.

Buena parte de ese recorrido permanece invisible en la historia clínica convencional. Registramos con precisión la temperatura, la saturación de oxígeno o la proteína C reactiva, pero con frecuencia desconocemos si el niño duerme en una habitación con humedad, respira humo de tabaco, vive junto a una vía de tráfico intenso, utiliza productos irritantes de forma cotidiana o pertenece a una familia que carece de recursos para reducir una exposición reconocida. Tampoco solemos integrar cómo esas circunstancias interactúan con la prematuridad, una enfermedad crónica, la inmunosupresión, la genética o un tratamiento de alta intensidad.

El entorno no es el decorado de la enfermedad: forma parte de su biología, de su pronóstico y, potencialmente, de su tratamiento.

La medicina de las trayectorias propone ampliar el campo visual. No sustituye a la medicina aguda, a la medicina de precisión ni a la excelencia técnica hospitalaria; las conecta con el tiempo y con el territorio. Su pregunta central no es únicamente «¿qué enfermedad tiene este niño?», sino también «¿cómo ha llegado hasta aquí, hacia dónde se dirige y en qué punto podemos cambiar el rumbo?». Esta mirada convierte la hospitalización en un nodo de una trayectoria y no en un episodio aislado.

En pediatría esta perspectiva es especialmente relevante. El crecimiento y la maduración crean periodos de gran plasticidad en los que las exposiciones pueden programar funciones cerebrales, inmunológicas, metabólicas, epiteliales y microbianas. Pero la plasticidad no significa destino irreversible. A lo largo de las primeras mil semanas —desde la concepción hasta la adolescencia— existen sucesivas ventanas de programación y también de redirección. La finalidad clínica no es reconstruir retrospectivamente todas las causas posibles, sino reconocer qué elementos del recorrido siguen siendo modificables y cuáles son relevantes para la situación actual.

La pediatría del futuro será, por tanto, una medicina del episodio y sobre todo de la trayectoria: capaz de resolver la crisis, pero también de reconocer la vulnerabilidad acumulada, anticipar el siguiente punto de inflexión y acompañar al niño de vuelta a su hogar con un plan que actúe sobre aquello que continúa enfermándolo. Este marco puede representarse como una secuencia que conecta el mapa invisible del entorno, las ventanas de vulnerabilidad y oportunidad, el ambioma y una arquitectura clínica orientada a leer, priorizar, intervenir, medir y reajustar la trayectoria del niño (Figura 1).

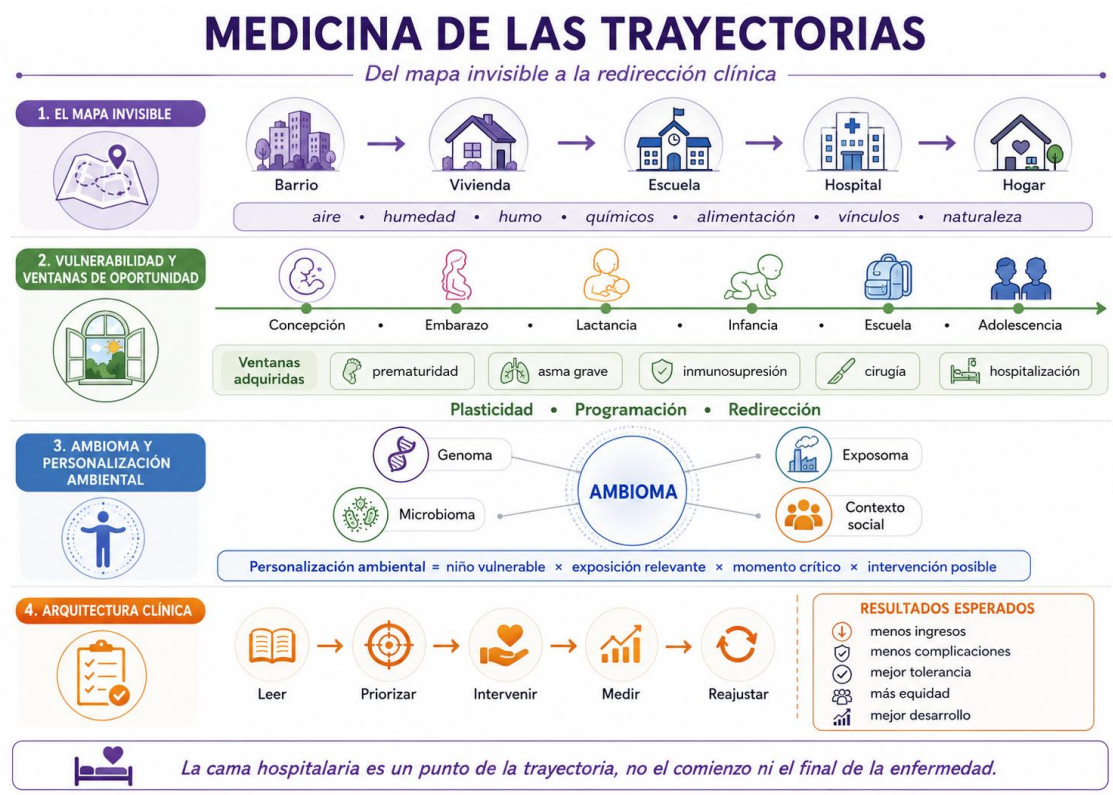

Figura 1. Medicina de las trayectorias: del mapa invisible a la redirección clínica. *El modelo integra el territorio en el que vive el niño, las ventanas de vulnerabilidad propias del desarrollo y las adquiridas durante la enfermedad, el ambioma y la personalización ambiental. Su traducción clínica se organiza en cinco movimientos: leer, priorizar, intervenir, medir y reajustar. La cama hospitalaria se concibe como un nodo de la trayectoria, no como su comienzo ni como su final.* ***Elaboración propia del autor con asistencia de inteligencia artificial generativa para el diseño gráfico.***

1. DEL EPISODIO A LA TRAYECTORIA

La medicina episódica organiza la asistencia alrededor de diagnósticos y acontecimientos: una bronquiolitis, una exacerbación asmática, una infección grave, una toxicidad, una descompensación metabólica. Este enfoque es imprescindible, pero puede resultar incompleto cuando el mismo niño regresa una y otra vez o evoluciona de manera distinta a otros pacientes con un diagnóstico similar. La variabilidad clínica no depende solo del mecanismo molecular o de la intensidad del tratamiento. Depende también del contexto real en el que ese mecanismo se expresa.

La medicina de precisión ha permitido identificar fenotipos, endotipos, variantes genéticas y biomarcadores que explican parte de esa heterogeneidad. La medicina de las trayectorias añade una dimensión complementaria: incorpora el tiempo, el lugar y las exposiciones que acompañan a cada niño. Dos pacientes con la misma enfermedad y una susceptibilidad biológica parecida pueden recorrer cursos diferentes si uno vive en un ambiente protector y el otro permanece sometido a contaminación atmosférica, humo, estrés ecosocial, mala calidad de vivienda o dificultades para seguir las recomendaciones clínicas.

Este cambio obliga a pasar de una causalidad lineal a una visión de sistemas. La pregunta « ¿qué exposición causa qué enfermedad? » sigue siendo útil para la investigación, pero la clínica necesita otra formulación: «¿cómo interactúan, en este niño y en este momento, la biología, las exposiciones y

el contexto social para aumentar o reducir su vulnerabilidad? ». La enfermedad emerge de esa interacción dinámica, no de una suma mecánica de factores independientes. En el ámbito respiratorio, por ejemplo, la mala calidad del aire puede alterar la barrera epitelial, modular la inmunidad, interferir con la respuesta antiviral y contribuir a que las infecciones o las exacerbaciones sean más frecuentes o graves. El mismo razonamiento puede trasladarse a la inmunosupresión, la toxicidad terapéutica, el metabolismo o la recuperación funcional.[1]

La trayectoria incluye ventanas de susceptibilidad propias del desarrollo, pero también ventanas adquiridas. El diagnóstico de una leucemia, un trasplante, una cirugía mayor, el inicio de un tratamiento inmunosupresor o una hospitalización prolongada crean periodos en los que la reserva biológica disminuye y exposiciones antes tolerables adquieren mayor relevancia clínica. En esos momentos, reducir humo, partículas, compuestos volátiles, humedad, plaguicidas o estrés familiar no constituye una recomendación genérica de vida saludable, sino una estrategia proporcional a la vulnerabilidad.

La hospitalización es una ventana de vulnerabilidad, pero también una ventana de oportunidad para redirigir la trayectoria.

Desde esta perspectiva, prevenir no significa únicamente evitar la aparición inicial de una enfermedad. También significa reducir daño evitable durante el tratamiento, mejorar la tolerancia, evitar complicaciones y proteger el desarrollo posterior. Es una prevención incorporada a la asistencia, especialmente valiosa cuando la intensificación farmacológica ha alcanzado sus límites o cuando las complicaciones dependen de múltiples determinantes.

2. EL AMBIOMA: HACER VISIBLE EL MAPA

El exposoma describe el conjunto de exposiciones que una persona experimenta a lo largo de la vida. El concepto de ambioma da un paso adicional: representa el sistema integrador que surge de la interacción dinámica entre el genoma —incluida la biología de la enfermedad— y el exposoma a través del espacio y del tiempo. Esa interacción modula procesos epigenéticos, inmunológicos, inflamatorios, metabólicos, microbiológicos, psicosociales y socioecológicos que terminan condicionando la vulnerabilidad, la respuesta terapéutica y los resultados en salud.[2]

El ambioma no es, por tanto, una lista de tóxicos. Incluye también elementos protectores: calidad de los vínculos, acceso a naturaleza, alimentación, actividad física, ventilación adecuada, apoyo comunitario y capacidad familiar para transformar el entorno. Su valor clínico reside en ordenar ese conjunto heterogéneo y distinguir lo relevante de lo accesorio. El objetivo no es medirlo todo, sino identificar las interacciones que pueden explicar la evolución y abrir una posibilidad razonable de intervención.

3. PERSONALIZACIÓN AMBIENTAL: DEL MAPA A LA DECISIÓN

La personalización ambiental puede definirse como la adaptación de las intervenciones sobre el entorno a la vulnerabilidad biológica, la fase clínica, las exposiciones reales y la capacidad de acción de cada niño y su familia. Amplía la medicina personalizada: no solo busca el fármaco correcto para el paciente correcto, sino también la intervención ambiental correcta, en el momento correcto y con una intensidad proporcionada.

Personalización ambiental = niño vulnerable × exposición relevante × momento crítico × intervención posible.

Este enfoque evita dos errores frecuentes. El primero es la recomendación universal e inespecífica: largas listas de consejos que no distinguen prioridades y que pueden aumentar la carga de las familias. El segundo es la sofisticación tecnológica sin traducción clínica: medir contaminantes, biomarcadores o variables territoriales sin que los datos modifiquen una decisión. La personalización ambiental exige que cada dato tenga una finalidad asistencial y que

cada intervención sea factible, segura y evaluable.

Una arquitectura clínica sencilla puede organizarse en cinco movimientos: leer, priorizar, intervenir, medir y reajustar. Leer significa incorporar una historia ambiental estructurada y entender dónde vive, estudia, duerme y se recupera el niño. Priorizar consiste en cruzar la magnitud de la exposición con la vulnerabilidad y la posibilidad real de reducirla. Intervenir implica acordar pocas acciones de alto rendimiento, no transformar toda la vida familiar de una sola vez. Medir supone comprobar si la exposición o el riesgo han cambiado y si aparecen señales clínicas relevantes. Acompañaar y reajustar permite adaptar el plan a las fases de la enfermedad, al tratamiento y a la evolución del contexto.

El proyecto de plataforma clínica ambiómica desarrollado para pacientes con leucemia ilustra esta lógica. La intervención se activa desde el diagnóstico —«Día 0»—, idealmente durante las primeras 72 horas, y comienza con una evaluación estructurada de la calidad del aire interior y exterior, humo de tabaco, exposiciones químicas prioritarias, ambiente biológico, estilo de vida, contexto psicosocial y condiciones socioecológicas. Se seleccionan después dos o tres medidas iniciales, de bajo riesgo y factibles, que pueden reajustarse cuando se dispone de información clínica, citogenética o molecular adicional. El objetivo de la fase piloto es evaluar factibilidad, aceptabilidad y seguridad antes de estimar el impacto clínico en una expansión multicéntrica.[3]

Este ejemplo permite subrayar un principio general: la tecnología debe estar subordinada a la decisión. Sensores de partículas, mediciones de dióxido de carbono, pulseras pasivas, biomarcadores o sistemas de información geográfica pueden ser útiles cuando caracterizan una ventana de exposición relevante y permiten elegir o verificar una intervención. No deben convertirse en una acumulación de datos sin propósito. La monitorización ambiental es clínicamente valiosa cuando responde a una pregunta concreta: qué exposición importa, cuándo importa, para quién y qué podemos hacer con esa información.

La diferencia entre medir variables y acompañar trayectorias puede visualizarse mediante una ucronía clínica. El siguiente escenario no describe una tecnología actualmente incorporada a la asistencia ordinaria, sino una posibilidad deliberadamente prospectiva: un hogar capaz de detectar señales clínicas y ambientales débiles, conectarlas en el tiempo y activar una respuesta sanitaria antes de que la desviación de la trayectoria desemboque en una emergencia. Esta ucronía no propone convertir la vivienda en una unidad de cuidados intensivos ni sustituir el juicio clínico por algoritmos. Muestra que el valor de los sensores no reside en la cantidad de datos que producen, sino en su capacidad para reconocer cambios respecto a la trayectoria basal, integrar señales que permanecían fragmentadas y desencadenar una intervención humana proporcionada. El hogar se convierte así en una interfaz de anticipación, no en un espacio de vigilancia permanente.

En la práctica hospitalaria, la personalización ambiental puede comenzar con recursos modestos. Un conjunto breve de preguntas puede detectar humo, combustión, humedad, mala ventilación, productos irritantes, exposición ocupacional trasladada al hogar, barreras sociales o falta de contacto con ambientes protectores. La respuesta no siempre será un dispositivo. Puede ser una intervención sobre la fuente, un cambio de rutina, una coordinación con atención primaria, enfermería o trabajo social, una prescripción ambiental escrita o la derivación a una Unidad de Salud Medioambiental Pediátrica.

La cetoacidosis que no llegó a ocurrir

Año 2038. Lucía tiene nueve años. Durante varios días comienza a beber más agua, se levanta por la noche para orinar, duerme peor y se muestra cansada en el colegio. Su familia atribuye los cambios al calor y al final del curso. Ninguno de los síntomas, considerado de forma aislada, parece justificar una consulta urgente.

Con el consentimiento de la familia, algunos dispositivos domésticos generan indicadores mínimos de salud. La báscula detecta una pérdida de peso rápida; el contador de agua registra un aumento sostenido del consumo nocturno; una pulsera muestra mayor frecuencia cardiaca en reposo, interrupciones del sueño y menor actividad; y un sensor sanitario integrado en el baño identifica glucosuria y la aparición incipiente de cetonas. Los sensores ambientales registran, además, varios días de temperatura elevada y baja humedad, condiciones que pueden favorecer la deshidratación, aunque no explican ni diagnostican la enfermedad.

Ningún dato activa por sí solo una alarma. Lo relevante es su **convergencia temporal**. El sistema reconoce una desviación respecto a la trayectoria habitual de la niña y emite un aviso comprensible:

Cambio de trayectoria metabólica. Se recomienda valoración clínica en las próximas horas.

Una enfermera de enlace contacta con la familia. En el centro de salud se realizan una glucemia capilar y una determinación de cetonemia. Lucía es derivada ese mismo día a Endocrinología Pediátrica, donde se confirma una diabetes tipo 1 antes de que aparezcan acidosis, vómitos, respiración de Kussmaul, deshidratación grave o deterioro neurológico. La insulinoterapia y la educación diabetológica comienzan sin necesidad de un ingreso en cuidados intensivos.

En la trayectoria alternativa, cada señal habría permanecido separada: la sed se habría atribuido al calor; la poliuria, al aumento de la ingesta; el cansancio, al curso escolar; la pérdida de peso, al crecimiento; y las náuseas iniciales, a una gastroenteritis. El diagnóstico habría llegado dos días más tarde, en una cama hospitalaria, cuando una alteración metabólica detectable ya se hubiera convertido en cetoacidosis.

La cetoacidosis diabética no es un fracaso del niño ni de su familia, y no todos los episodios son evitables. Pero cuando existían señales reconocibles y el sistema no logró conectarlas, puede considerarse un **evento centinela de una oportunidad perdida de anticipación**.

La excelencia clínica no consiste únicamente en tratar correctamente la cetoacidosis. Consiste también en preguntarnos cuántos niños podrían no necesitar atravesarla.

4. DEL BARRIO A LA CAMA, Y DE LA CAMA AL BARRIO

El hospital suele recibir las consecuencias finales de procesos que se producen fuera de sus paredes. Sin embargo, posee una posición privilegiada para hacer visible la trayectoria. Durante el ingreso se concentran información, motivación familiar, capacidad diagnóstica y equipos multidisciplinares. Ese momento puede emplearse para reconstruir el mapa de exposiciones, identificar una ventana de redirección y preparar un alta que no se limite a prescripciones farmacológicas.

La continuidad asistencial es esencial. El pediatra hospitalario no puede modificar por sí solo el barrio, la vivienda o las desigualdades, pero sí puede reconocer su relevancia, documentarlas y activar una red. El hospital debe actuar como nodo de conocimiento y soporte para atención primaria, salud pública, servicios comunitarios, centros educativos y unidades especializadas. Los modelos ambiómicos no desplazan la asistencia al territorio para restar importancia al hospital; conectan ambos espacios porque la exposición ocurre principalmente en el hogar, la escuela y el barrio, mientras que la alta complejidad y las ventanas de máxima vulnerabilidad suelen concentrarse en el hospital.[1]

La prescripción ambiental constituye una herramienta de enlace. Debe ser breve, priorizada y verificable. Puede incluir la eliminación completa del humo de tabaco, control de una fuente de combustión, ventilación adaptada a la calidad del aire exterior, reducción de productos químicos no esenciales, manejo de humedad y moho, protección durante episodios de contaminación, mejora del dormitorio o

activación de apoyos sociales. Su intensidad debe corresponder al riesgo clínico: no necesita la misma intervención un niño sano con exposición ocasional que un prematuro, un paciente con asma grave o un niño inmunodeprimido.

Esta visión puede traducirse en una arquitectura asistencial que acompañe al niño desde el momento del ingreso hasta la reevaluación posterior al alta. No se trata de añadir una consulta ambiental completa a cada hospitalización, sino de incorporar preguntas y decisiones proporcionadas en los momentos en que pueden modificar la trayectoria. La tabla 1 resume esta secuencia clínica.

La aplicación de esta arquitectura de la tabla 1 dependerá de la gravedad, la recurrencia y la vulnerabilidad del paciente. En muchos ingresos bastará con un cribado breve y una recomendación priorizada; en otros será necesario ampliar la historia ambiental, realizar una visita domiciliaria o activar una red especializada. El criterio no es la cantidad de información recogida, sino la capacidad de convertirla en una decisión clínicamente relevante, factible y verificable. La equidad es una condición central. Pedir a una familia que cambie de vivienda, abandone un trabajo o compre tecnología costosa puede ser inviable y culpabilizador. La personalización ambiental no consiste en trasladar la responsabilidad de la contaminación a quien la padece. Debe reconocer la capacidad de acción real, priorizar medidas accesibles y señalar cuándo el problema exige respuestas institucionales o políticas. Cuanto menor es la capacidad individual para escapar de una exposición, mayor debe ser la responsabilidad del sistema sanitario y de la comunidad para proteger.

Tabla 1. Del ingreso al alta: arquitectura clínica de la medicina de las trayectorias

Momento asistencial	Pregunta sobre la trayectoria	Qué debemos leer	Decisión clínica y ambiental	Verificación y continuidad
1. Ingreso: leer y reconstruir	**¿Cómo ha llegado este niño hasta aquí y por qué ahora?**	Episodio actual y anteriores; velocidad del deterioro; prematuridad, enfermedad crónica, inmunosupresión o tratamiento; relación de los síntomas con el hogar, la escuela, el barrio, los hábitos o los cuidadores.	Construir una línea temporal breve que conecte vulnerabilidad, exposiciones, síntomas, consultas e ingresos. Distinguir un episodio aislado de una recurrencia o un punto de inflexión.	Situación basal; días con síntomas; medicación de rescate; urgencias, ingresos y pérdida funcional previos.
2. Hospitalización: hacer visible el ambioma y priorizar	**¿Qué está iniciando, manteniendo o agravando el problema y qué podemos modificar ahora?**	Humo y combustión; humedad y moho; ventilación; contaminación exterior; animales y bioaerosoles; productos químicos; exposiciones laborales trasladadas al hogar; alimentación, sueño, actividad, vínculos, estrés y barreras sociales. Interacción con el diagnóstico, la reserva biológica y el tratamiento.	Realizar un cribado ambiental y social proporcionado. Seleccionar **dos o tres factores prioritarios** según relevancia, factibilidad y equidad. Actuar primero sobre la fuente; usar sensores, biomarcadores o dispositivos solo cuando puedan cambiar una decisión.	Cambio de la exposición; respuesta clínica durante el ingreso o los permisos; factibilidad, adherencia y carga familiar. Ampliar la evaluación o derivar a una PEHSU en casos complejos.
3. Alta: prescribir el entorno y conectar la red	**¿A qué ambiente regresa el niño y puede ese ambiente reproducir el camino hacia el hospital?**	Lugar donde duerme y se recupera; exposiciones persistentes; capacidad familiar; comprensión del plan; recursos disponibles; riesgos escolares o comunitarios; señales tempranas de descompensación.	Incorporar al alta una **prescripción ambiental personalizada**: prioridad, medida acordada, responsable, plazo e indicador. Coordinar hospital, Atención Primaria, enfermería, trabajo social, escuela, salud pública o PEHSU según necesidad.	Medidas iniciadas antes del regreso; comprensión familiar; barreras pendientes; profesional y fecha de seguimiento definidos.
4. Seguimiento: medir y reajustar	**¿Se ha redirigido la trayectoria o solo se ha retrasado el siguiente episodio?**	Evolución de síntomas, función, sueño, actividad, escolarización y calidad de vida; exposición residual; nuevas ventanas de vulnerabilidad; cambios en la vivienda, la escuela o el tratamiento.	Verificar la intervención, reforzarla, simplificarla o sustituirla. Mantener lo eficaz y retirar lo innecesario. Escalar la respuesta cuando el riesgo sea estructural o exceda la capacidad de la familia.	Tiempo hasta una nueva crisis; rescates, corticoides, urgencias, reingresos y días hospitalizados; función, calidad de vida, exposición y desigualdades persistentes.

También es necesario mantener rigor respecto a la evidencia. Algunas intervenciones, como eliminar el humo de tabaco o controlar fuentes de contaminación interior, tienen una justificación sólida. Otras son prometedoras y requieren evaluación. Las experiencias preliminares de implementación ambiómica muestran que es posible identificar riesgos, implicar a las familias y aplicar medidas personalizadas; no deben confundirse, sin embargo, las mejoras de exposición o la factibilidad con la demostración definitiva de beneficio clínico. El desarrollo responsable exige diseños prospectivos, indicadores de adherencia y seguridad, resultados clínicos definidos y análisis de coste, escalabilidad e impacto sobre desigualdades.[2 3]

La medicina de las trayectorias no pretende ambientalizar cualquier síntoma ni convertir cada ingreso en una investigación exhaustiva. Propone algo más práctico: reconocer que la biología del niño está en diálogo continuo con su ambiente y que ese diálogo puede intensificar o amortiguar la vulnerabilidad. Incorporar esa información a la clínica permite comprender mejor la variabilidad, anticipar crisis y ampliar el repertorio preventivo sin sustituir los tratamientos convencionales.

La cama del hospital no es el lugar donde comienza la enfermedad ni donde termina nuestra capacidad de modificarla.

El cambio de paradigma consiste en pasar de una medicina que observa resultados a otra que acompaña trayectorias. La primera pregunta seguirá siendo cómo tratar el episodio actual. La segunda, inseparable, será qué debemos cambiar para que el niño no vuelva por el mismo camino. Cuando el barrio, el hogar, la biología y la cama del hospital forman parte de un único mapa clínico, la pediatría puede dejar de actuar únicamente al final de la cadena y comenzar a intervenir aguas arriba.

En último término, la medicina de las trayectorias recupera una aspiración esencial de la pediatría: proteger el desarrollo. No se conforma con sobrevivir a la crisis, controlar el síntoma o completar el tratamiento. Busca conservar capacidad funcional, resiliencia, calidad de vida y oportunidades futuras. La pediatría del futuro no será solo la medicina de las enfermedades; será la medicina de las trayectorias que todavía estamos a tiempo de cambiar.

Referencias bibliográficas esenciales

1. Ortega García JA, Claudio L, Campillo i López F. Hacia una pediatría del aire: salud respiratoria infantil y medicina ambiómica (2030-2050). Pediatr Integral. 2026;30:79.e1-79.e15. doi:10.63149/j.pedint.115.
2. Ortega-García JA, Shakeel O, Wood NM, Pérez-Martínez A, Fuster-Soler JL, Miller MD. Beyond Precision: Ambiomic Survivorship in Childhood and AYA Cancer. Cancers (Basel). 2025;18(1):7. doi:10.3390/cancers18010007.
3. Claudio L, Ortega-García. Children. In: Barry S Levy, Social Injustice and Public Health (4th edn) Oxford University Press, London, 2026 doi: 10.1093/oso/9780197803714.003.0005
4. Ortega-García JA. Unraveling the exposome: towards a model of planetary health. An Pediatr (Engl Ed). 2025;102:503695. doi:10.1016/j.anpede.2024.503695.
5. Cárceles-Álvarez A, Ortega-García JA, López-Hernández FA, et al. Secondhand smoke: A new and modifiable prognostic factor in childhood acute lymphoblastic leukemias. Environ Res. 2019;178:108689.
6. Ortega-García JA, Tarbal-Roquer A, Díaz-Martínez F, Codina-Sampera E, Orenes-Piñero E. Partial symptom remission in occupational pesticide-related parkinsonism: a case report. J Med Case Rep. In press.

EJEMPLO CLÍNICO 1

Aplasia medular grave: cuando el aire de la vivienda entra en el razonamiento clínico

Un escolar de 12 años, previamente sano, comenzó con cansancio, cefalea y menor actividad. La cefalea aparecía sobre todo dentro de casa y mejoraba al salir. Días después presentó fiebre, petequias, palidez y hematomas. La analítica mostró pancitopenia grave y la biopsia de médula ósea, una hipocelularidad intensa compatible con aplasia medular muy grave. El ingreso resolvió la urgencia hematológica, pero no explicaba todavía la trayectoria que había conducido hasta ella.

El dato que cambió el mapa

La historia clínica ambiental reveló que, aproximadamente dos semanas antes del inicio de los síntomas, el salón y la zona de estudio se habían pintado con varias capas de una pintura plástica de exterior. Era invierno, la ventilación había sido escasa y el niño permanecía muchas horas en esa estancia. La medición posterior detectó formaldehído y compuestos orgánicos volátiles totales en concentraciones elevadas para un espacio interior. La cronología, la localización de la cefalea y la intensidad de la exposición hicieron clínicamente relevante una fuente que no aparecía en la historia convencional. El estudio etiológico descartó infecciones frecuentes y síndromes hereditarios conocidos; el metamizol había sido administrado cuando el cuadro ya estaba establecido.

Lectura desde la medicina de las trayectorias

Este caso no permite atribuir de forma concluyente la aplasia a una sustancia concreta. Sí muestra algo clínicamente decisivo: una exposición doméstica intensa, temporalmente coherente y medible puede formar parte de la explicación y, sobre todo, del plan terapéutico. La personalización ambiental no compite con el diagnóstico hematológico; lo amplía. Tras una aplasia y un trasplante, volver al mismo ambiente sin evaluarlo habría significado ignorar una vulnerabilidad modificable. Tratar al niño exigía también hacer más seguro el lugar al que regresaría.

Trayectoria	Exposición intensa en un espacio cerrado → síntomas inespecíficos ligados al domicilio → pancitopenia → aplasia medular.
Ventana vulnerable	Daño hematopoyético agudo y posterior preparación para tratamiento inmunosupresor y trasplante.
Intervención ambiental	Retirada de la fuente, ventilación y saneamiento del domicilio, eliminación completa del humo de tabaco y reducción de productos con disolventes.
Resultado clínico	Tratamiento inmunosupresor y posterior trasplante haploidéntico, con evolución favorable; el ambiente se incorporó al plan de protección del paciente.

EJEMPLO CLÍNICO 2

Asma grave y múltiples ingresos: cuando el tratamiento del ambiente cambia la trayectoria.

Una niña de 10 años con antecedente de prematuridad, obesidad, alteraciones estructurales de la vía aérea y asma grave permanecía mal controlada pese a tratamiento inhalado de máxima intensidad y varios fármacos biológicos. Necesitaba broncodilatador a diario, ciclos repetidos de corticoides sistémicos y múltiples ingresos. Las pruebas funcionales confirmaban una obstrucción importante y reversible, pero el estudio alérgico convencional no identificaba una sensibilización capaz de explicar por sí sola la persistencia del cuadro. La pregunta dejó de ser únicamente qué nuevo fármaco añadir y pasó a ser qué seguía respirando la paciente entre un ingreso y el siguiente.

La visita domiciliaria

La evaluación del hogar mostró una vivienda antigua con humedades extensas y crecimiento visible de hongos en las habitaciones donde dormía la niña, ventilación insuficiente y daños estructurales persistentes. En un garaje comunicado con la vivienda había numerosas jaulas con aves, abundantes plumas y excrementos. En ese mismo espacio se fundía ocasionalmente plomo para fabricar aparejos de pesca, sin extracción localizada. También se almacenaban insecticidas y productos contra ácaros. La madre fumaba, aunque refería hacerlo fuera; en distintos ingresos se habían detectado concentraciones urinarias de cotinina compatibles con exposición.

De los ingresos recurrentes a la redirección

La potencia del caso reside en la acumulación. Cada exposición aislada podía parecer insuficiente, pero su coexistencia sobre una niña prematura, con vía aérea vulnerable y enfermedad respiratoria grave configuraba un ambioma de alto riesgo. La intervención debía ser proporcional y verificable: no una lista genérica de consejos, sino un plan ordenado por impacto y factibilidad. La evolución posterior a la corrección ambiental debe documentarse con prudencia, porque no sustituye a un ensayo causal; sin embargo, la disminución de crisis e ingresos tras controlar las fuentes ofrece una señal clínica de gran valor. El ambiente dejó de considerarse un telón de fondo y pasó a tratarse como una parte modificable de la enfermedad.

Ambos ejemplos representan el mismo cambio de paradigma. En la aplasia, la historia ambiental ayudó a reconstruir una posible vía de daño y a proteger una fase de extrema vulnerabilidad. En el asma grave, permitió descubrir por qué la trayectoria seguía empeorando pese a una escalada farmacológica correcta. La cama hospitalaria fue el punto de observación; la intervención decisiva tuvo que viajar de nuevo hasta la vivienda.

Problema clínico	Exacerbaciones repetidas y dependencia de corticoides pese a tratamiento farmacológico de alta intensidad.
Mapa ambiómico	Humedad y hongos, bioaerosoles de aves, humo de tabaco, insecticidas y una actividad doméstica con plomo en un espacio poco ventilado.
Prioridades	Saneamiento integral de humedades; separación o retirada de aves según evaluación; cese tabáquico completo; eliminación de la fundición de plomo y reducción de biocidas.
Indicadores	Síntomas y rescates, ciclos de corticoides, función pulmonar, ingresos, cotinina y verificación de las condiciones del domicilio.

EJEMPLO CLÍNICO 3.

Del caso individual al programa: primeros resultados

El programa «Guardianes de la Salud Planetaria» trasladó esta lógica a una intervención domiciliaria y comunitaria en siete pacientes oncológicos de alto riesgo durante el tratamiento activo. Combinó educación ambiómica personalizada con purificación continua del aire mediante filtración HEPA y fotocatálisis. La implementación fue factible, la adherencia familiar fue elevada y no se registraron efectos adversos atribuibles a las modificaciones ambientales.

Resultado	Atención estándar (n=30)	Intervención (n=7)	p
Ingresos totales por paciente, mediana	4,0	2,0	0,049
Ingresos no programados por paciente, mediana	3,0	1,0	0,059
Estancia asociada a ingresos no programados, mediana	15 días	2 días	0,016
Infecciones microbiológicamente confirmadas	74,5 %	33,3 %	0,006
Ingresos por patógenos respiratorios	45,1 %	8,3 %	0,014

Tabla 2: resultados preliminares de un piloto con siete pacientes, comparador histórico y seguimiento variable. Deben interpretarse como prueba de concepto y confirmarse en estudios prospectivos multicéntricos.

EJEMPLO TRANSVERSAL 4

Parkinsonismo y pesticidas: retirar la fuente para redirigir la trayectoria

Un trabajador hortícola de poco con casi 50 años consultó por temblor, bradicinesia, rigidez, hipomimia y disminución del braceo izquierdos. Inicialmente valorado en neurología y genética fué remitido a PEHSU. Acumulaba más de tres décadas de trabajo desde final de la adolescencia en invernaderos y explotaciones florales, con exposición repetida a insecticidas, fungicidas y herbicidas, entre ellos rotenona, organofosforados, carbamatos, piretrinas, triazoles, mancozeb y fipronil. Al no disponer de biomonitorización ni mediciones laborales históricas, la exposición se reconstruyó mediante una historia ocupacional detallada, las tareas y los productos utilizados.

La señal estaba en el calendario laboral

El paciente refería una fluctuación coherente con la exposición: los síntomas empeoraban durante los días de trabajo y mejoraban parcialmente los fines de semana y las vacaciones. La resonancia cerebral fue normal, mientras que el DaTscan mostró déficit dopaminérgico presináptico bilateral. El estudio genético no identificó variantes patogénicas ni alteraciones del número de copias en los principales genes asociados a enfermedad de Parkinson; su gemelo dicigótico, sin exposición ocupacional a pesticidas, permanecía asintomático. Se inició tratamiento con rasagilina y rotigotina antes de la intervención ambiental.

Trayectoria	Más de 30 años de exposición ocupacional → síntomas motores progresivos y lateralizados → diagnóstico de enfermedad de Parkinson.
Señal ambiental	Variación de los síntomas según el calendario laboral, con mejoría parcial durante fines de semana y vacaciones.
Intervención	Reasignación a tareas sin exposición a pesticidas, manteniendo el tratamiento neurológico convencional.
Resultado	Mejoría subjetiva aproximada del 85 % y descenso del MDS-UPDRS III de 16 a 8 puntos a los tres meses; estabilidad clínica posterior.
Interpretación	Modulación sintomática temporalmente asociada a la retirada de la exposición, no reversión de la enfermedad ni demostración causal.

Lectura desde la medicina de las trayectorias

La mejoría no puede atribuirse exclusivamente a la retirada de la exposición: el

ajuste dopaminérgico previo constituye un factor de confusión y un caso individual no demuestra causalidad. Su valor es mostrar que una exposición mantenida puede contribuir a la carga sintomática y que actuar sobre ella complementa el tratamiento. Aunque procede de la medicina del adulto, la lección es pediátrica: las trayectorias se construyen durante décadas; prevenir neurotóxicos y reconocer exposiciones familiares debe comenzar pronto. El diagnóstico no cierra la prevención: la redirige hacia reducir carga y proteger función.[6]