EL ENFOQUE SISTÉMICO COMO ESTRATEGIA PARA LA TRANSFORMACIÓN INTEGRAL, INCLUSIVA Y REGENERATIVA DE LAS CIUDADES

Posted on 12/06/2025 by Haizea Aguirre

Un marco analítico y operativo para abordar la complejidad urbana mediante la integración de variables interdependientes, herramientas de modelado dinámico y gobernanza adaptativa

La ciudad como sistema complejo: desafíos urbanos interconectados

Las ciudades contemporáneas se enfrentan a una **creciente exposición a riesgos complejos y altamente interconectados**: desde la intensificación de la crisis climática y la pérdida de biodiversidad hasta el agravamiento de las desigualdades sociales y la vulnerabilidad de las infraestructuras urbanas. Estos desafíos **no pueden comprenderse adecuadamente si se analizan de forma fragmentada o desde lógicas sectoriales**. Muchos de los eventos considerados como extremos —como inundaciones urbanas, olas de calor o crisis energéticas— no son exclusivamente fenómenos naturales, sino el **resultado emergente de interacciones dinámicas entre sistemas biofísicos y sistemas sociales**.

Desde esta perspectiva, las problemáticas urbanas son expresiones de una **realidad sistémica**, donde factores ambientales, económicos, tecnológicos y sociopolíticos se entrelazan en bucles de retroalimentación que amplifican vulnerabilidades o generan capacidades de respuesta. La planificación urbana tradicional, basada en la división funcional del territorio y en la gestión sectorializada, presenta limitaciones para anticipar, comprender y responder a estos fenómenos. Estas limitaciones se acentúan ante contextos de **alta incertidumbre** o **transformación acelerada.**

En este contexto, se vuelve necesario adoptar una **visión sistémica e integrada de la ciudad**. Una visión que reconozca su condición de sistema socioecológico complejo, en constante evolución, y que permita identificar no solo los elementos individuales que lo componen, sino **las relaciones, flujos e interdependencias que definen su comportamiento**. Este cambio de enfoque implica superar las aproximaciones lineales y emplear herramientas analíticas capaces de capturar la **no linealidad, la retroalimentación, el comportamiento emergente y los puntos de inflexión del sistema urbano**. De este modo, es posible diseñar estrategias que no se limiten a mitigar síntomas aislados, sino que aborden las causas estructurales de la insostenibilidad urbana desde una lógica preventiva, adaptativa y transformadora.

Dimensiones del enfoque sistémico en entornos urbanos

La **transformación integral** que requieren las ciudades actuales depende de una **cooperación efectiva** entre distintos sectores, actores sociales e instituciones públicas. Para ello, es imprescindible considerar dos grandes dimensiones: la inclusiva y la regenerativa.

La **dimensión inclusiva** destaca la importancia de incorporar a diversos grupos sociales. En especial, a quienes históricamente han tenido menos voz o acceso a los procesos decisorios. Al incorporar miradas múltiples en la planificación urbana se obtienen soluciones más democráticas,

equitativas y adaptadas a las necesidades reales de la población. Esta inclusión **fortalece además el sentido de comunidad**, generando mayor implicación ciudadana en los proyectos urbanos y garantizando una distribución más justa de los beneficios derivados del desarrollo urbano.

Por otro lado, la **dimensión regenerativa** pone el foco en la necesidad urgente de **recuperar y preservar los entornos naturales** de las ciudades. Esto implica reconsiderar nuestros hábitos de producción, consumo y gestión de recursos, avanzando hacia formas más **sostenibles y circulares** de funcionamiento urbano. De esta manera, las ciudades no solo frenan el deterioro ambiental, sino que se convierten en espacios que ayudan activamente a **restaurar el equilibrio ecológico**, integrando la naturaleza en la vida cotidiana y ofreciendo a los ciudadanos espacios saludables que promueven su **bienestar físico y emocional**.

A nivel operativo, esta transformación sistémica se materializa en **acciones concretas y coordinadas a diferentes escalas**: desde pequeñas intervenciones en viviendas particulares, como la instalación de sistemas de energía solar o el diseño de jardines con materiales permeables, hasta intervenciones en barrios completos mediante espacios comunitarios, corredores ecológicos o centros para la movilidad compartida. A nivel más amplio, las ciudades pueden crear grandes parques públicos, redes urbanas de infraestructura verde o desarrollar planes integrales para preservar la biodiversidad local.

Cada una de estas acciones persigue **objetivos claros** como mejorar la eficiencia energética, reducir el consumo de recursos, facilitar la movilidad sostenible, adaptarse mejor a los efectos del cambio climático, mejorar la calidad de vida de los habitantes o favorecer la restauración de los ecosistemas urbanos. Sin embargo, para alcanzar con éxito estos objetivos se requiere un **compromiso activo y continuo** por parte de todos los actores implicados, lo que incluye la **participación articulada de la cuádruple hélice**: administraciones públicas, sector privado, academia y sociedad civil. Esta colaboración conjunta permite combinar conocimientos, recursos y capacidades diversas, facilitando **soluciones más innovadoras, inclusivas y adaptadas a los desafíos específicos** de cada ciudad.

Entender la complejidad urbana: herramientas de modelado y bucles de retroalimentación

Una de las claves del enfoque sistémico es su capacidad para representar las múltiples interacciones que ocurren dentro de una ciudad. Para ello, una herramienta especialmente útil es la **dinámica de sistemas**, una metodología desarrollada por **Jay W. Forrester** que permite **modelar y entender cómo cambian los sistemas complejos a lo largo del tiempo**.

La dinámica de sistemas se basa en tres elementos fundamentales:

- **Stocks**: son las variables que se acumulan o se mantienen en el tiempo. Representan “lo que hay” en el sistema en un momento dado. Por ejemplo, el número de viviendas construidas, la cantidad de energía consumida, o la población de una ciudad.
- **Flujos:** son los procesos que modifican los stocks, aumentando o disminuyéndolos. Por ejemplo, las nuevas construcciones aumentan el parque edificado; la rehabilitación de edificios puede reducir el consumo energético; la migración modifica la población.

- **Bucles de retroalimentación:** son circuitos causales que explican cómo los cambios en una parte del sistema pueden influir en otros componentes, generando efectos que regresan al punto de partida. Pueden ser:
    - **Reforzadores (positivos):** amplifican una tendencia ya existente, impulsando el crecimiento o el deterioro.
    - **Reguladores (negativos):** contrarrestan o estabilizan un cambio, ayudando a mantener el equilibrio del sistema.

Este enfoque **permite representar gráficamente,** (ver Figura 1) cómo una intervención urbana (por ejemplo, mejorar el transporte público o rehabilitar viviendas) puede tener múltiples consecuencias, algunas esperadas y otras no, y cómo esas consecuencias se retroalimentan en el sistema urbano.

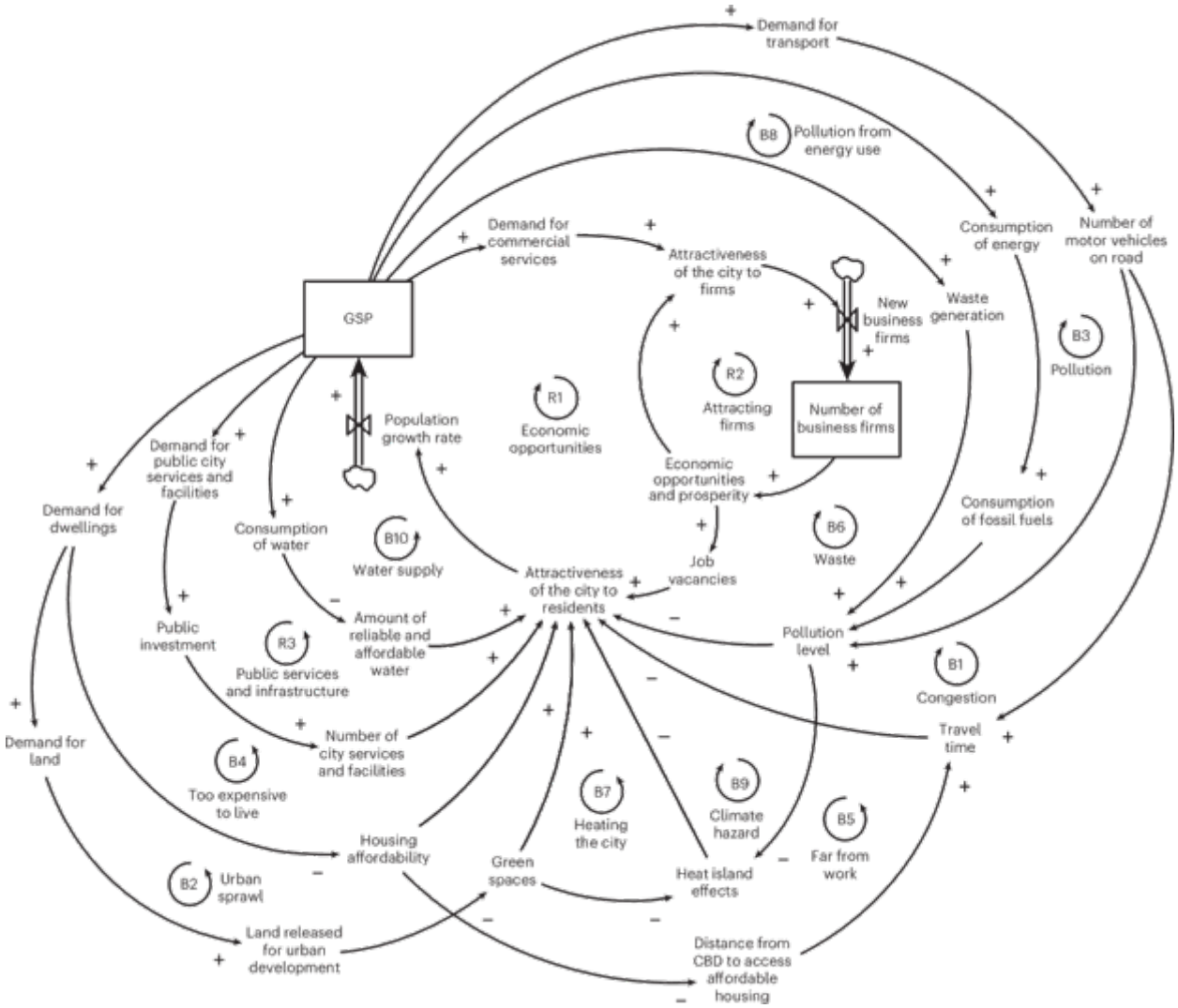

Figura 1. Planificación Urbana Sídney. Mapa causal combinado de las relaciones en los Planes Urbanos del Gran Sídney de 1968, 2005 y 2018. **Fuente.** [Urban growth strategy in Greater Sydney leads to unintended social and environmental challenges]

Ejemplo 1: tráfico urbano y expansión metropolitana

Stock: nivel de congestión vial en el entorno urbano.

Flujos: construcción de infraestructuras viarias, uso del vehículo privado, implementación de medidas de gestión del tráfico.

Bucle reforzador: Congestión construcción de nuevas vías periféricas expansión urbana mayor dependencia del automóvil incremento del tráfico más congestión.

Bucle regulador: Congestión introducción de peajes urbanos o restricciones de acceso reducción del tráfico aumento del uso del transporte público menor uso del coche disminución de la congestión.

Ejemplo 2: consumo energético residencial y rehabilitación

Stock: consumo energético acumulado en el parque residencial.

Flujos: construcción de nuevas viviendas, rehabilitación energética, cambios en el comportamiento de los usuarios.

Bucle reforzador: Rehabilitación mejora de la eficiencia energética reducción del consumo ahorro económico más inversión en eficiencia nuevas rehabilitaciones.

Bucle regulador: Elevado consumo aumento de emisiones políticas públicas de eficiencia (subvenciones, normativas) rehabilitación reducción del consumo energético.

Ejemplo 3: acceso a espacios verdes y salud urbana

Stock: estado general de salud física y mental de la población.

Flujos: creación de zonas verdes, calidad ambiental, frecuencia de uso de estos espacios, actividad física.

Bucle reforzador: mayor acceso a espacios verdes aumento de la actividad física y el bienestar mejora de la salud más uso y valoración de los espacios verdes apoyo a su mantenimiento y expansión.

Bucle regulador: déficit de espacios verdes aumento del estrés y el sedentarismo deterioro de la salud presión sobre servicios sanitarios inversión pública en entornos saludables mejora del bienestar general.

Ejemplo 4: generación de residuos y economía circular

Stock: cantidad de residuos sólidos urbanos acumulados.

Flujos: consumo de bienes, separación en origen, reciclaje, reutilización.

Bucle reforzador: consumo elevado aumento de residuos mayor presión sobre infraestructuras saturación del sistema escaso incentivo para el cambio se mantiene el modelo lineal.

Bucle regulador: aumento de residuos adopción de políticas de economía circular (reducir, reutilizar, reciclar) reducción de residuos generados mejora del sistema de gestión menor impacto ambiental.

Del diagnóstico a la acción: aplicaciones del enfoque sistémico en la gestión urbana

El enfoque sistémico, **no solo constituye una poderosa herramienta analítica, sino que también facilita la transición efectiva hacia la acción estratégica en el ámbito urbano**. Al permitir comprender las interdependencias y efectos colaterales de las decisiones urbanas, se transforma en una **guía operativa** para diseñar e implementar políticas urbanas integradas, adaptativas y con resultados tangibles.

Ciudades europeas como **Ámsterdam** y **Copenhague** han avanzado de manera concreta hacia planes estratégicos efectivos. Ámsterdam ha alineado exitosamente sus políticas locales con objetivos europeos de descarbonización, mientras que Copenhague utiliza soluciones sistémicas para integrar infraestructura verde en su estrategia de adaptación climática.

_Planificación con base en modelos dinámicos

La planificación apoyada en modelos dinámicos permite **simular diferentes escenarios urbanos**, proporcionando información clave para tomar decisiones estratégicas, efectivas y adaptativas. Estos modelos **no solo predicen las consecuencias inmediatas de las intervenciones, sino también sus repercusiones a medio y largo plazo**, incluyendo efectos indirectos sobre otros ámbitos urbanos.

Ciudades europeas ya utilizan estos modelos operativamente: **Viena** los emplea para analizar y optimizar inversiones en infraestructuras de transporte público, permitiendo definir estrategias claras en movilidad urbana. **Barcelona** los integra para evaluar y seleccionar medidas concretas en rehabilitación energética, asegurando coherencia en sus políticas de transición energética. En **Berlín**, su uso interactivo facilita procesos participativos con técnicos, responsables políticos y ciudadanía, promoviendo decisiones urbanas más transparentes, consensuadas y equitativas.

Ciudades como **Singapur**, **Helsinki** y **Zúrich** están impulsando aún más este enfoque mediante la creación de gemelos digitales urbanos (*digital twins*). Estas herramientas permiten visualizar y gestionar en tiempo real información urbana compleja, mejorando así significativamente la eficacia en la planificación, la anticipación de problemas emergentes y la capacidad de respuesta ante situaciones imprevistas.

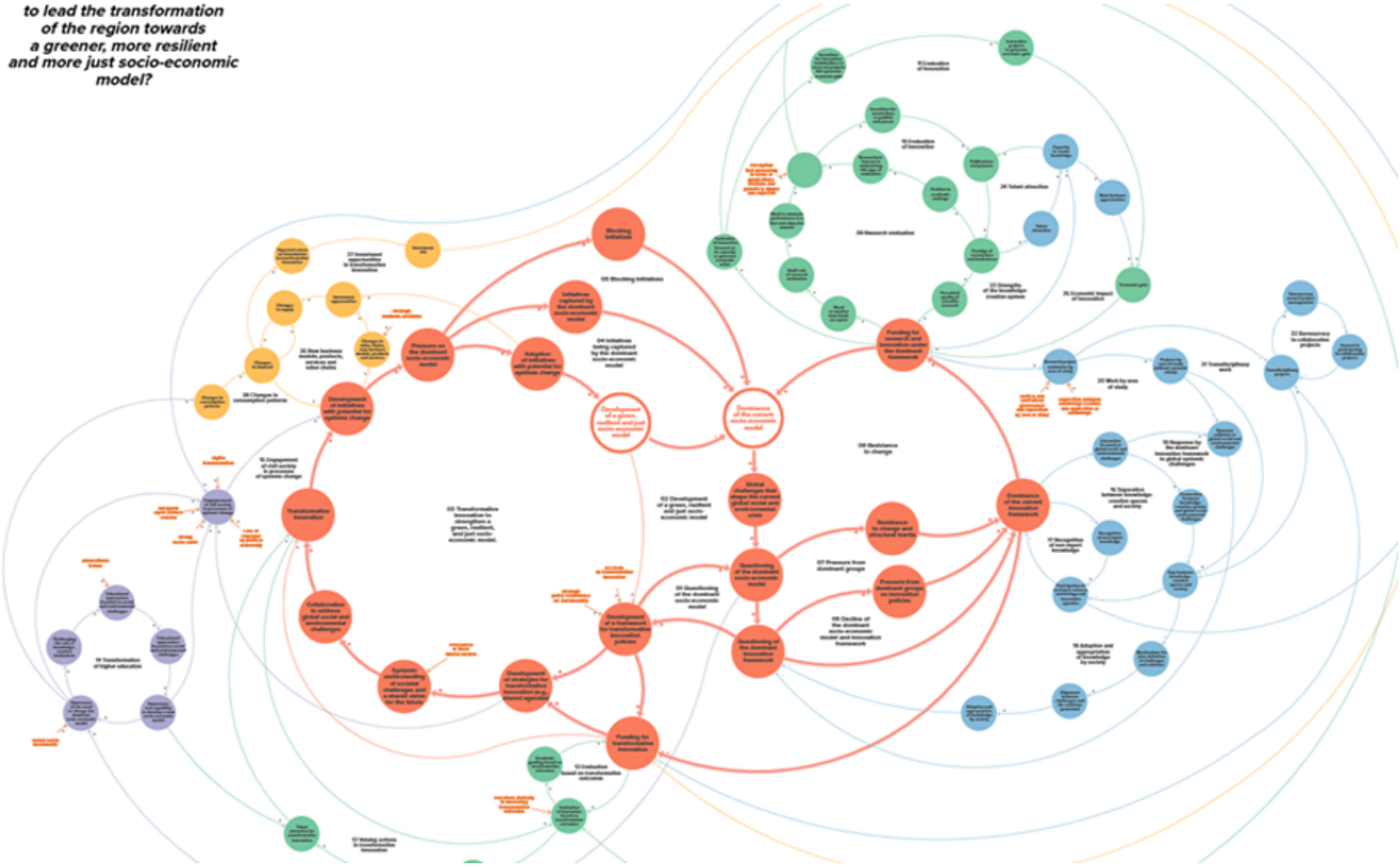

Figura 2. Systems Map on the knowledge creation system of Catalonia and its role in accelerating the transition towards a green, resilient and just socio-economic model. **Fuente.** Mapa sistémico del ecosistema de conocimiento de Cataluña

_Evaluación estratégica y transversal de políticas urbanas

La evaluación estratégica desde un enfoque sistémico facilita el **análisis integral de políticas urbanas complejas**, particularmente en movilidad sostenible y adaptación climática. Este método permite superar enfoques sectoriales al considerar simultáneamente variables relacionadas con infraestructuras de transporte, hábitos de movilidad, calidad ambiental, salud pública y uso del espacio urbano, optimizando así los beneficios sociales y ambientales.

Londres es un ejemplo de aplicación efectiva de este enfoque, abordando integralmente desafíos vinculados al transporte, calidad del aire y salud pública mediante estrategias integradas. **Rotterdam**, por su parte, emplea un enfoque sistémico en su Programa de Adaptación Climática, combinando soluciones basadas en la naturaleza, gestión innovadora del agua y participación ciudadana. Esta integración no solo optimiza los recursos disponibles, sino que genera sinergias significativas entre distintos sectores, fortaleciendo la resiliencia urbana y mejorando la calidad de vida.

Otra dimensión clave es la **incorporación de análisis económico en la evaluación estratégica transversal**, permitiendo cuantificar no solo los costes directos, sino también los beneficios indirectos y externalidades generadas por diferentes políticas. Este análisis proporciona una base sólida para **justificar inversiones** en infraestructuras y soluciones innovadoras frente a actores políticos y financieros, facilitando así la movilización de recursos.

_Indicadores, retroalimentación y aprendizaje continuo

El carácter iterativo y adaptativo del enfoque sistémico requiere establecer **indicadores específicos** para monitorear constantemente la evolución del sistema urbano. Estos indicadores pueden incluir **variables cuantitativas** como la calidad del aire, eficiencia energética y acceso a servicios esenciales, así como **aspectos cualitativos** relacionados con cohesión social y percepción ciudadana.

Estocolmo, por ejemplo, ha implementado el sistema "Vision 2040", utilizando estos indicadores para ajustar continuamente políticas y acciones estratégicas con base en información actualizada. Este enfoque de aprendizaje continuo permite detectar señales tempranas de cambio, ajustar decisiones estratégicas y fortalecer la transparencia y la rendición de cuentas, consolidando así una gobernanza urbana resiliente y efectiva.

Claves para la implementación del enfoque sistémico en el contexto urbano

La adopción del enfoque sistémico en la planificación y gestión urbana no solo implica un cambio conceptual, sino también un conjunto de **condiciones metodológicas, técnicas e institucionales** que permitan operarlo en la práctica. Para que este enfoque sea efectivo, es necesario considerar varios factores clave que inciden directamente en su viabilidad y calidad.

_Datos de calidad y sistemas de información

Los modelos sistémicos requieren **información precisa, actualizada y desagregada** para poder calibrar sus variables y validar las relaciones causales que representan. Esto implica disponer de datos fiables sobre aspectos como consumo energético, patrones de movilidad, uso del suelo, calidad ambiental, indicadores sociales o flujos económicos, entre muchos otros. Además, es fundamental que los **datos** estén **organizados de forma interoperable, accesible y georreferenciada**, lo cual exige el fortalecimiento de sistemas de información urbana y capacidades técnicas dentro de las administraciones locales.

_Participación y representación de múltiples actores

La lógica del enfoque sistémico no puede construirse desde una sola perspectiva. Es fundamental **incluir la experiencia y el conocimiento de actores diversos**, tanto institucionales como sociales, para identificar las verdaderas relaciones causales que operan en cada contexto urbano. Incluir **diversos actores** —expertos, ciudadanía, sector privado— enriquece el modelo. Además, mejora su legitimidad y lo adapta mejor a las realidades locales.

Este enfoque participativo es también clave para **revelar dinámicas ocultas o marginales**, que muchas veces escapan al análisis convencional, pero son cruciales para el diseño de soluciones justas, inclusivas y sostenibles.

_Capacidades institucionales y marcos de gobernanza adaptativa

Trabajar con modelos sistémicos implica **aceptar la incertidumbre, el cambio constante y la necesidad de aprendizaje continuo**. Por ello, no basta con generar un diagnóstico inicial: **es necesario que las instituciones públicas cuenten con capacidades organizativas, técnicas y políticas para operar en entornos complejos y cambiantes**.

Implica **revisar las decisiones** y **ajustar los planes de acuerdo con los resultados**, a la vez que se impulsa una cultura de **gobernanza adaptativa basada en la retroalimentación continua**. Para ello, se necesitan estructuras institucionales que promuevan la colaboración intersectorial y **marcos normativos flexibles** que permitan innovar en políticas públicas.

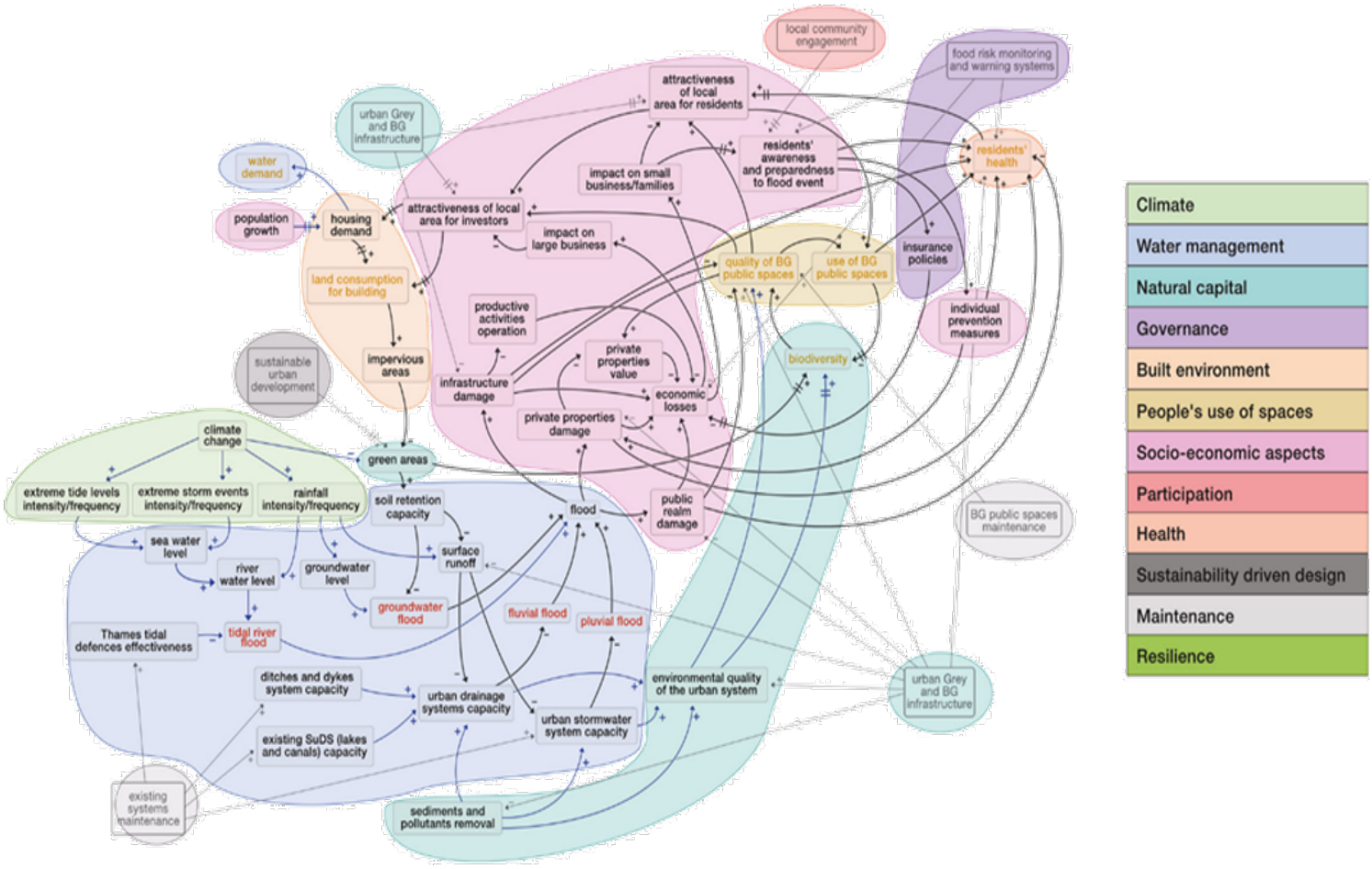

Figura 3. Diagrama de bucles causales (CLD) de inundaciones en Thamesmead con agrupaciones temáticas resaltadas. **Fuente.** Diagrama de bucles causales en Thamesmead

SYSTEM THINKING: DECÁLOGO FINAL

1. El **enfoque sistémico** ofrece una nueva manera de entender y transformar la ciudad, reconociéndola como un **sistema complejo en constante evolución**.

2. Superar la fragmentación sectorial en la planificación urbana es clave para afrontar los desafíos sociales, ambientales y económicos **de forma integrada.**

3. Las ciudades no pueden ser planificadas como si fueran mecanismos lineales: requieren **visiones dinámicas, adaptativas y basadas en la interdependencia**.

4. Herramientas como los **bucles de retroalimentación y los diagramas de sistemas** permiten

anticipar consecuencias, identificar puntos críticos y mejorar la toma de decisiones urbanas.

5. Una **planificación sistémica** articula datos, participación y modelos dinámicos para diseñar soluciones más justas, regenerativas y resilientes.

6. No se trata solo de planificar mejor, sino de pensar de otra manera: **entender las ciudades como ecosistemas sociales, tecnológicos y ecológicos interconectados.**

7. Transformar la ciudad exige instituciones que **gestionen la incertidumbre Y** desarrollen capacidades de **aprendizaje continuo**, **evaluación adaptativa y respuesta flexible** frente a entornos cambiantes y complejos.

8. Sin **participación social** no hay planificación inclusiva: incorporar múltiples voces es clave para construir ciudades que respondan a las necesidades reales.

9. La **evaluación continua**, basada en indicadores y datos abiertos, convierte a la planificación en un proceso vivo, no en un documento estático.

10. Frente a los límites del urbanismo tradicional, el enfoque sistémico abre un camino para diseñar **ciudades que cuiden, regeneren y conecten.**

Referencias

_Académicas y oficiales

- Banathy, B. H. (1996). Designing Social Systems in a Changing World. Springer.
- Bateson, G. (1972). Steps to an Ecology of Mind. Chicago: University of Chicago Press.
- Boulding, K. E. (1956). General Systems Theory—The Skeleton of Science. Management Science, 2(3), 197–208.
- Capra, F. (1996). La trama de la vida: una nueva perspectiva de los sistemas vivos. Barcelona: Anagrama.
- Checkland, P. (1999). Systems Thinking, Systems Practice. John Wiley & Sons.
- Churchman, C. W. (1968). The Systems Approach. New York: Dell Publishing.
- Davoudi, S., Brooks, E., & Mehmood, A. (2012). Evolutionary resilience and strategies for climate adaptation. Planning Theory & Practice, 13(2), 299–333.Forrester, J. W. (1969). Urban Dynamics. Cambridge: MIT Press.
- Flood, R. L., & Carson, E. R. (1993). Dealing with Complexity: An Introduction to the Theory and Application of Systems Science. Springer.

- Giddens, A. (1990). The Consequences of Modernity. Cambridge: Polity Press
- Holling, C. S. (1973). Resilience and Stability of Ecological Systems. Annual Review of Ecology and Systematics, 4(1), 1–23.
- Jackson, M. C. (2019). Critical Systems Thinking and the Management of Complexity. Chichester: John Wiley & Sons.
- Laszlo, E. (1996). The Systems View of the World: A Holistic Vision for Our Time. Cresskill: Hampton Press.
- Meadows, D. H., Meadows, D. L., & Randers, J. (2004). Limits to Growth: The 30-Year Update. Chelsea Green Publishing.
- Meadows, D. H. (2008). Thinking in Systems: A Primer. White River Junction: Chelsea Green Publishing.
- Midgley, G. (2000). Systemic Intervention: Philosophy, Methodology, and Practice. Kluwer Academic/Plenum Publishers.
- Morin, E. (2005). El método: La naturaleza de la naturaleza. Madrid: Cátedra.
- Ostrom, E. (2009). A General Framework for Analyzing Sustainability of Social-Ecological Systems. Science, 325(5939), 419–422.
- Raworth, K. (2017). Doughnut Economics: Seven Ways to Think Like a 21st-Century Economist. London: Random House.
- Richmond, B. (1993). Systems Thinking: Critical Thinking Skills for the 1990s and Beyond. System Dynamics Review, 9(2), 113–133
- Sterman, J.D. (2000). Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World. McGraw-Hill Education.
- Senge, P. M. (1990). The Fifth Discipline: The Art & Practice of The Learning Organization. Doubleday/Currency.
- UN-Habitat. (2020). World Cities Report 2020: The Value of Sustainable Urbanization. Nairobi: United Nations Human Settlements Programme.
- Walker, B., Holling, C. S., Carpenter, S. R., & Kinzig, A. (2004). Resilience, Adaptability and Transformability in Social–Ecological Systems. Ecology and Society, 9(2), 5.

_Recursos digitales y educativos

- Teaching Systemic Thinking: Educating the Next Generation of Business Leaders.
- Systems theory.
- The Fifth Discipline

- What Is SD
- Systems thinking and practice
- Managing complexity: A systems approach – introduction
- Lessons in systems thinking – exploring unintended consequences
- Introduction to Systems Thinking, Part 1 – How do we view the world?
- What Is Systems Thinking? Learning, Design, and Technology
- Reductionism and Holism in Behavior Science and Art. *Perspectives on Behavior Science*
- Systems modelling: View as single page
- Complexity theory and organizations

_Ilustración principal

Foto de Jaume Jovell en Unsplash