

La disciplina de la ciudad: Modelos complejos e interdisciplinarios en sistemas de flujos Humanos y No-Humanos, que interaccionan con el entorno construido

MANUEL PÉREZ ROMERO

> Director Center for Sustainable Cities y Director Académico Bachelor in Urban Studies, IE University, España
mpr@nodo17.com
ORCID 0000-0001-8627-603X

JOSÉ LUIS GUZÓN NESTAR

> CES Don Bosco, Universidad Complutense de Madrid, San Pío X, Universidad Pontificia de Salamanca, España
jguzon70@gmail.com
ORCID 0000-0002-1526-5058)

Universidad de Valparaíso
Facultad de Arquitectura

Revista Márgenes

Espacio Arte Sociedad

La disciplina de la ciudad: Modelos complejos e interdisciplinarios en sistemas de flujos Humanos y No-Humanos, que interaccionan con el entorno construido

Agosto 2022 Vol 15 N° 23

Páginas 111 a 120

ISSN electrónico 0719-4436

Recepción febrero 2022

Aceptación abril 2022

DOI 10.22370/margenes.

2022.15.23.3609

RESUMEN

La creciente complejidad de las ciudades ha generado un territorio interdisciplinar formado por una gran variedad de profesionales, como arquitectos, diseñadores urbanos, planificadores urbanos, ingenieros, políticos, analistas de Big Data, antropólogos, sociólogos, politólogos o físicos. Cada uno de ellos realiza una aproximación a la ciudad desde su campo disciplinar, el cual se encuentra más o menos solapado con el resto de las disciplinas, pero nunca desde una visión holística que integre todo el conocimiento asociado a la ciudad. El presente artículo plantea que la ciudad sea, no solo una unidad de análisis, sino una disciplina. Para ello, se propone un primer ejercicio de síntesis, que descompone el fenómeno urbano en un sistema de flujos Humanos y No-Humanos que interaccionan en el Medioambiente Construido de la ciudad. Paralelamente se plantea la integración de estos flujos en el entorno construido, a partir de los conceptos transespecíficos del tiempo y la coevolución, con el objeto de catalizar la emergencia de la disciplina de la ciudad.

PALABRAS CLAVE

ciudad, interdisciplinariedad, transdisciplinariedad, coevolución, tiempo, flujos, ecosistemas, humanos, no-humanos, medioambiente construido

The city as a discipline: Complex and interdisciplinary models in Human and Non-Human flow systems, which interact with built environment

ABSTRACT

The growing complexity of cities has created an interdisciplinary territory made up of a wide range of professionals, such as architects, urban designers, urban planners, engineers, politicians, Big Data analysts, anthropologists, sociologists, political scientists, or physicists. Each one of them makes an approach to the city from its disciplinary field, which is partially overlapped with the rest of the disciplines, but never from a holistic point of view, that it can integrate all the knowledge associated with the city. Present paper argue that the city is not only a unit of analysis, but a discipline by itself. In this sense, a first synthesis exercise is proposed, which breaks down the urban phenomenon into a system of Human and Non-Human flows that interact in the Built Environment of the city. Meanwhile, it is proposed the integration of these flows in the built environment through the trans-specific concepts of time and co-evolution, in order to catalyze the emergence of the discipline of the city.

KEYWORDS

city, interdisciplinarity, transdisciplinarity, co-evolution, time, flows, ecosystems, human, non-human, built environment

La ciudad es el territorio de todos, construido también por todos. Aquellos tiempos en los que la ciudad era diseñada por una única mente han quedado lejanos. Nuevos modos de hacer ciudad basados en la interacción de múltiples agentes han aparecido progresivamente desde que Paul Davidoff (1965) planteó la necesidad de una nueva figura del urbanista como defensor y promotor de las diferentes comunidades y agentes presentes en la ciudad. Previamente, Jane Jacobs (1961), precursora del actual concepto de *placemaking*, ya había puesto voz a las minorías y otros grupos sociales que tradicionalmente no se habían incluido en el planeamiento de la ciudad. Esta nueva forma de hacer ciudad requería ampliar el tradicional campo disciplinar del urbanismo y el planeamiento. Así, a partir de la década de los sesenta, nuevas estrategias interdisciplinarias como alternativa al planeamiento tradicional han ido apareciendo como *Placemaking – City Making* (Ghel, 71; Sheppard, 2017), *Urbanismo Táctico* (Lydon, 2015), *Acupuntura Urbana* (Lerner, 2003), *Urbanismo Ecosistémico* (Rueda, 2018), *Urbanismo Ecológico* (Mostafavi, 2010) o *Urbanismo Circular* (Williams, 2021).

La ciudad es el lugar donde se fomenta el encuentro y la superposición de múltiples disciplinas. Así, los profesionales que diseñan y gestionan la ciudad no provienen de un único campo del conocimiento, sino de un amplio espectro, que engloba tanto a arquitectos, como diseñadores urbanos, planificadores urbanos¹ ingenieros, analistas de *Big Data*, antropólogos, sociólogos, politólogos o físicos. Tradicionalmente, esta amalgama de profesionales que construyen la ciudad, lo hace desde las partes y no desde el todo, ya que ninguno de ellos ha recibido una formación sobre todas las áreas del conocimiento que afectan a la ciudad². Esta división del conocimiento de la ciudad se refleja en la organización municipal de la gran mayoría de los Ayuntamientos según concejalías basadas en competencias profesionales, donde se separa el medio ambiente, del desarrollo urbano y del bienestar social³. Es también común la división de la estructura de gobierno según los recursos que necesita la ciudad, como son los departamentos de agua, residuos sólidos, comida o energía. Esta organización de las ciudades según áreas independientes, pero que al mismo tiempo están intrínsecamente relacionadas, puede suponer un lastre para la innovación y los nuevos modelos de hacer ciudad. ¿Cuál es la estructura que fomentaría el reciclaje de residuos orgánicos (departamento de residuos) para producir biocombustibles como fuente de energía (departamento de energía)? ¿O cómo se fomenta el bien estar social (departamento de bien estar social), a través de estrategias basadas en la biofilia (departamento de medio ambiente)?

El objetivo del presente artículo no es proponer una estructura más eficiente para el diseño y la gestión de ciudades, sino poner de manifiesto que la ciudad debe entenderse como una disciplina, y no como una suma de disciplinas o departamentos. Se podría afirmar que el arquitecto o el diseñador urbano, es quién realiza una mayor aproximación holística al territorio de la ciudad, pero como se verá a lo largo del presente texto, no resulta suficiente para comprender la complejidad de las dinámicas urbanas. Es por ello, por lo que se propone la emergencia de una nueva disciplina, la disciplina de la ciudad, basada en la integración de las distintas ramas del conocimiento que participan en su diseño, a partir del tiempo y la coevolución como estrategias unificadoras.

La gran complejidad del fenómeno urbano requiere de una aproximación holística para el entendimiento y evaluación de sus dinámicas. La ciudad se encuentra en permanente transformación y cambio, donde cada estadio se debe entender dentro de la cadena evolutiva del sistema. El concepto de complejidad, al que nos referimos en el presente texto, no tiene que ver con la cantidad de elementos del sistema, sino con la indeterminación de éstos y sus conexiones. En este sentido, hacemos referencia a la definición que hacía C. Shannon (1948), el padre de la teoría de la información, el cual consideraba a la diversidad de estados en los que se puede encontrar un sistema, como el factor fundamental que condicionaba la complejidad. Desde este punto de vista, no cabe duda de que la ciudad es un sistema altamente complejo, debido a la infinidad de escenarios que se producen, muchos de los cuales son intrínsecamente imprevisibles e inciertos. La definición de la ciudad como un sistema complejo ha sido abordada por múltiples autores desde Jane Jacobs quien consideraba los problemas de una ciudad como una organización compleja formada por múltiples factores que interaccionan para formar un todo orgánico (Jacobs, 1961). Posteriormente, otros autores han estudiado la ciudad como un modelo complejo autoorganizado (Allen, 1997; Otto, 2008), como una red compleja de flujos (Batty, 2013) o como un sistema adaptativo (Verebes, 2014).

Los tradicionales sistemas de diseño urbano, basados en la planificación urbanística, y en sus múltiples modalidades como son los Planes de Ordenación Urbana, los Planes Maestro, los Planes Generales, o los Esquemas de Ordenamiento⁴, se han demostrado obsoletos frente a la creciente complejidad de las dinámicas de la ciudad. A pesar de que uno de los principales objetivos de la planificación urbanística es la ordenación en el tiempo de los fenómenos urbanos, este último, el tiempo, nunca se ha incluido como una herramienta o un factor diferencial en el diseño de las ciudades. Como se verá más adelante, el tiempo que aquí se propone es un tiempo irreversible y no-lineal, asociado a la evolución y a la creatividad, frente al tiempo lineal y reversible del planeamiento tradicional.

Manuel Solá Morales (1986) decía que después de la música, ... *ninguna otra actividad creativa requiera una incorporación del tiempo como materia compositiva tan propia como el proyecto urbanístico. Pero el baile urbanístico tiene participantes envarados, que no comprenden los tiempos de la obra urbana —tiempos muy largos a menudo—, y confunden el proyecto con la construcción de una maqueta o de un objeto industrial.*

Aunque la construcción de la ciudad se podría estructurar de forma simplificada en parcelación + urbanización + edificación, no son actos simultáneos ni encadenados de forma lineal en el tiempo, a pesar de que el planeamiento tradicional se empeña en organizarlos de forma secuencial. Al contrario, las múltiples formas de combinarse y evolucionar en el tiempo representan gran parte de la riqueza y la complejidad de las ciudades (Solá-Morales, 1986). De hecho, hay una progresión exponencial en la fragmentación de un proyecto de urbanización y parcelación en múltiples proyectos de edificación, cuya evolución y transformación se podría considerar cuasi infinita.

Tradicionalmente, la planificación urbanística ha abordado el tiempo desde una aproximación determinista, donde los objetivos y desarrollos se descomponían por fases, las cuales eran dependientes

las unas de las otras, y se sucedían de forma gradual y ordenada. Muestra de ello, es la consideración del suelo urbano consolidado, como el fin último del planeamiento, en el cual el proceso urbano parecía haberse detenido. En este sentido, considerar el objetivo final del planeamiento como el hecho diferencial y relevante, relega al resto de estadios a un papel residual. De hecho, la gran mayoría de los planes urbanísticos, debido a su larga duración en el tiempo, nunca llegan al estadio final para el cual estuvieron diseñados, con lo cual, los estadios intermedios, cobran un mayor protagonismo, frente a una última fase que nunca se sucede en la forma y tiempo previstos. Además, los planes urbanísticos, al igual que las ciudades, no son procesos que acaben, con lo cual no se puede considerar un estadio determinado como su momento final. Así, se podría entender que el concepto del tiempo de la planificación urbanística tradicional es reversible y determinista, y cercano al tiempo newtoniano.

El origen del tiempo irreversible y no-lineal en arquitectura y en la ciudad se remonta a finales de los años cincuenta, cuando Oskar Hansen redacta el manifiesto de la “forma abierta” (Kedziorek et al., 2014), como oposición a los modelos cerrados que no interactúan con el entorno. En 1961, y durante un período de más de 10 años, Cedric Price diseña el proyecto del *Fun Palace*, el que podría considerarse como el primer edificio inteligente, junto con el psicólogo y cibernético Gordon Pask, concebido como un espacio flexible que podía ser modificado tanto por los espectadores como por los actores. Además, el edificio tenía una fecha de caducidad de 10 años, para ser desmontado posteriormente (Price, 2003). Más tarde, en 1969, Cedric Price, junto con el escritor y editor, Paul Barker, el geógrafo urbano Peter Hall y el arquitecto e historiador Reyner Banham redacta el provocativo manifiesto *Non-Plan An Experiment in Freedom* (Price, et al., 1969), como oposición a los sistemas cerrados del planeamiento tradicional. *Non-plan* incorporaba las ideas emergentes de la época sobre sistemas autoorganizados (Wiener, 1948; Von Foerster, 1960), donde los ciudadanos se convertían en los diseñadores de la ciudad. En la década de los sesenta, después de casi 40 años de continuas reediciones, se publica la quinta y última edición de *Espacio, Tiempo y Arquitectura*, en la cual Sigfried Giedion (1966) incluye un capítulo nuevo sobre “La transformación del concepto de ciudad”. En él, Giedion recoge las nuevas formas de hacer ciudad que están surgiendo, basadas en programas generales flexibles, que permitan cambios y dejen oportunidades abiertas al futuro. *Espacio, Tiempo y Arquitectura*, cuya primera edición se publica en 1941, se puede considerar como una de las biografías oficiales del Movimiento Moderno, y por este motivo la inclusión de un capítulo sobre las ideas emergentes en torno a la evolución de la ciudad, lo convierten en una especie de caballo de Troya contra los sistemas cerrados del Movimiento Moderno (Pérez Romero, 2017).

Cedric Price consideraba que, mientras un creciente número de disciplinas relacionadas con la ciencia y la filosofía estaban investigando y trabajando con el tiempo, no había ningún arquitecto o diseñador urbano que lo estuviera haciendo (Hardingham, 2016). A pesar de la afirmación de Price, un reducido grupo de arquitectos ha incluido al tiempo como una herramienta de diseño en el campo de la arquitectura y el urbanismo (Kroll, 1986; Kwinter, 1993, 2007; Otto, 2009). Esta aproximación al tiempo se ha realizado desde múltiples perspectivas. Así, se ha analizado la evolución de arquitecturas construidas, como es el caso del estudio de los modelos abiertos de Previ en Lima, (García-Huidobro, 2008), o de los

modelos cerrados como es el caso de las viviendas de Pessac, de Le Corbusier (Boudon, 1979) y las transformaciones de viviendas cuya evolución no se incluyó en su diseño original (Friedman, 2001, 2002; Barker, 2009; Brand, 1994).

Pero a diferencia de los estudios anteriores enfocados a la escala pequeña de los edificios, la gran escala de la ciudad requiere de estrategias radicalmente diferentes al resto de escalas que participan en el fenómeno urbano, donde el tiempo y la indeterminación adquieren un papel prioritario. Así, la escala XL propuesta por Rem Koolhaas en el icónico libro *S, M, L, X, XL* (Mau, 1995), y materializada en proyectos como el parque de La Villette en París, o la Ville Nouvelle en Melun Senart, se representa, no a partir de herramientas lingüísticas, sino de diagramas basados en mecanismos evolutivos. Esta aproximación a la escala XL establece una relación entre Rem Koolhaas, y proyectos como el *Potteries Thinkbelt* de Cedric Price (Mathews, 2007). Rafael Moneo describía las estrategias del proyecto de La Villette como *...dispuestos a definir campos y superficies, pero no a jerarquizar trazados. La idea de diseño como virtual programa de actividades, como ocasión de establecer la disponibilidad de un espacio —y no como definición estática de la forma—...* (Moneo, 2004). En este sentido, la gran escala de la ciudad requiere de estrategias basadas en su evolución y transformación futura, donde la secuencia lineal se debe sustituir por un sistema circular de reparcelación, reurbanización y reedificación.

El tiempo que se defiende en el presente texto está asociado intrínsecamente a la evolución de los fenómenos complejos (Prigogine, 1979). Ilya Prigogine, Premio Nobel de Química, se planteó de un modo claro un concepto de tiempo complejo, en clara oposición al paradigma newtoniano. Lo que A. Toffler denomina paradigma prigoginiano es un complejo de elementos que ponen especial énfasis en los aspectos de la realidad que caracterizan el acelerado cambio social que se está produciendo en la actualidad: desorden, inestabilidad, diversidad, desequilibrio, relaciones no lineales y la temporalidad. Los primeros aspectos aparecen entrelazados con la cuestión del tiempo. Sin embargo, no les hemos dedicado especial atención. El tiempo se ha constituido en el núcleo en torno al cual describimos el paradigma de Prigogine (Prigogine, 1984:xiv-xv). Así, el tiempo, más que un tema, es el eje transversal de toda la teoría de Prigogine. El tiempo como dimensión ha sido silenciado durante buena parte de la historia de la física. Se trata de “redescubrirlo”, “reencontrarlo”, darle el tratamiento que merece y, aún más, constituirlo en “instrumento epistemológico unificador de disciplinas”. Quedan, por tanto, puestas de manifiesto dos cosas: que la intención de Prigogine es rescatar la dimensión temporal del olvido a que se había visto sometida en la historia. Esta intención hubiera sido muy loable, pero nunca hubiera dado a Prigogine el relieve que hoy tiene en la comunidad científica. Sin embargo, su segunda intención es bastante novedosa: constituir el tiempo en puente para el diálogo interdisciplinar, como un concepto e instrumento transespecífico unificador de disciplinas.

ORÍGENES Y ANTECEDENTES A LA DISCIPLINA DE LA CIUDAD

A pesar de que la ciudad es uno de los inventos más antiguos de la humanidad, no es hasta finales del S.XIX cuando Ildefonso Cerdà establece los primeros principios del urbanismo (Cerdà, 1867). Ya desde su inicio, se contemplaba el urbanismo, no solo como una herramienta de ordenación espacial, sino también social. A partir de este momento, el urbanismo y por extensión la ciudad

se diseñará desde diferentes aproximaciones teóricas, las cuales han sido objeto de clasificación por varios autores. Así, García Vázquez (2004; 2016) las divide en culturales, sociales, organicistas y tecnológicas, mientras que Graham Haughton y Iain White (2019) realizan una clasificación en áreas como la economía, la sociedad, el gobierno y el medioambiente. Todas estas visiones han de entenderse no como independientes sino complementarias. Para el objeto del presente texto, se han dividido las aproximaciones a la ciudad desde el punto de vista medioambiental, tecnológico y social.

La aproximación medioambiental o ecológica comienza de la mano de Patrick Geddes, quien, debido a su formación como biólogo, fue el primero en establecer una relación entre las actividades urbanas y territoriales, con relación al ecosistema donde se insertan (Geddes, 1915). Para Geddes la ciudad no es un organismo cerrado y autónomo, sino que se encuentra en el interior de un ambiente del que toma y disipa energía. La arquitectura es un componente más de la naturaleza que la rodea, y como tal debía insertarse en ella a través de mecanismos evolutivos y nunca impositivos. De hecho, Geddes diferenciaba dos tipos de ciudades; unas basadas en la *cacotopía* y otras en la *eutopía*⁵. El primer tipo respondía a aquellas ciudades que sustraían energía del entorno mientras el segundo tipo buscaba el intercambio energético entre ambas⁶. Así la *cacotopía* ejemplificaba el mal diseño urbano en contraposición a la *eutopía*. Más tarde, en 1955, el Manifiesto de Dorn, redactado por los miembros del Team X, reinterpreto los planteamientos geddesianos a partir de la “Sección del Valle”, en los cuales se recuperó la mirada que se había diluido durante el Movimiento Moderno, entre el hábitat⁷ y la ciudad. A principios del presente siglo, Salvador Rueda, biólogo de formación al igual que Geddes, propone, a partir del proyecto de las “Supermanzanas”, una revisión de la ciudad como un ecosistema (Rueda, 2018). El Urbanismo Ecosistémico de Salvador Rueda, propone además una visión integradora de los conocimientos y disciplinas que giran en torno a la ciudad.

El descomunal reto del calentamiento global ha puesto en el centro del debate la evaluación del impacto de las ciudades y las estrategias necesarias para su mitigación y prevención. Philippe Rahm (2021) propone una relectura del urbanismo a partir del prisma de la termodinámica y de lo microscópico, en la cual los parámetros climáticos y energéticos se convierten en los principales vectores para la ordenación del territorio. H. T. Odum (1971) consideraba estos flujos de materiales y energía como los circuitos de un sistema ecológico. El carbono era considerado por Odum como el elemento unificador para la descripción del comportamiento de los ecosistemas, donde todos los flujos podían “traducirse” en unidades de carbono. Aunque hay mucho por recorrer en este camino de reciente andadura, le queda muy poco tiempo para poder llevar a cabo su implementación. No tenemos otra opción que caminarlo entre la urgencia y el aprendizaje.

La aproximación tecnológica a la ciudad, como señalan algunos autores (Picon, 2013), se ha centrado en describir las nuevas tecnologías como herramientas capaces, no solo de obtener un infinito número de datos valiosos, sino de mejorar la gestión y la eficiencia de un sistema como la ciudad. Otros autores ven en las nuevas tecnologías una oportunidad para entender la ciudad como un sistema de flujos en permanente transformación (Castells, 1989; Solà-Morales, 2002; Guy et al, 2011; Ratti, 2020), frente a la visión estática del planteamiento tradicional. El origen de la descripción de la ciudad como una red de interacciones lo podemos encontrar en el manifiesto de Christopher Alexander (1965), *The City is not*

a *Tree*, donde se sustituye la visión jerárquica de la estructura en árbol, por una visión cercana al pensamiento rizomático de Gilles Deleuze. Así, autores como Michael Batty (2013) proponen la sustitución del espacio físico de la ciudad por una red de interconexiones e interdependencias, donde los nodos son cruces temporales de flujos, que se pueden describir a partir de la dinámica e historia evolutiva del sistema. Además, en el caso de Michael Batty (2013), esta aproximación a la ciudad como un sistema de flujos, le sirve de soporte para repensar la ciudad como una ciencia. Junto con Batty otros autores de diferentes disciplinas han abordado la ciencia urbana como una red de interacciones sociales embebida en el espacio físico de la ciudad. Scott Ortman, José Lobo y Michael Smith (2020) se apoyan en la *Settlement Scaling Theory (SST)* para establecer un modelo de predicción de las propiedades de una ciudad con relación al tamaño de su población. Esta teoría (SST) defiende que existe una relación matemática que permite predecir datos cuantitativos relacionados con los asentamientos humanos en relación con su población. En el caso de un ecosistema, su complejidad está basada, no en la cantidad de nodos (especies y actividades), sino en las posibles combinaciones de los flujos de energía que se producen entre ellos (Odum, 1971).

La aproximación social y cultural a la ciudad la podemos encontrar de la mano de Aldo Rossi (1966), quien buscaba la reformulación de la arquitectura y la ciudad, desde el propio interior de su tradición e historia. Para Rossi, la ciudad era un hecho cultural civilizador. Lo que Rossi denominaba como *hechos urbanos*, no eran espacios físicos, sino espacios temporales que acumulaban el pasado y la historia de sus ciudadanos. Al igual que los muros de un hospital guardan el dolor de sus pacientes, la demolición de la Bastilla por los ciudadanos de París borró siglos de abuso y dolor de su memoria. La obra de Rossi aspiraba a integrar la arquitectura y la ciudad con las ciencias sociales, a partir de su propia tradición cultural. En 1889 Camillo Sitte publica “Construcción de Ciudades según principios artísticos” una especie de manual sobre cómo hacer ciudades acogedoras, a partir de una serie de viajes realizados por Europa. Aunque la publicación de esta obra influyó a los arquitectos y urbanistas del momento, tuvo una enorme crítica por parte de los defensores del Movimiento Moderno, como Le Corbusier, debido a que se primaban aspectos estéticos y formales, sobre parámetros funcionales. Más tarde, el Postmodernismo recuperó sus principios de la mano de los hermanos Krier.

En este sentido, la unificación del conocimiento sobre la ciudad no es algo nuevo, sino que, desde diferentes aproximaciones, ha sido objeto de diversos autores, como se ha descrito en los párrafos anteriores. Además, en el propio surgimiento de la teoría del urbanismo, el campo disciplinar se encontraba solapado y diluido con múltiples disciplinas y conocimientos.

MULTIDISCIPLINARIEDAD, INTERDISCIPLINARIEDAD Y TRANSDISCIPLINARIEDAD

En la historia ha habido muchos modelos de relación entre disciplinas. Hay dos grandes categorías en los modelos de relación entre las ciencias humanas: de tipo conflictivo (tensión, exclusión, separación, clausura o ignorancia recíproca), o de coexistencia pacífica, caracterizados por un equilibrio más o menos estable entre los *partners* (cohabitación, compromiso, concordismo, apertura recíproca y diálogo).

Existen dos tipos de diálogo: el multidisciplinar y el interdisciplinar.

El multidisciplinar es ese tipo de diálogo mediante el cual los representantes de ambas ciencias se convierten a la vez en escuchadores, receptores e informadores, en función de un conocimiento más completo de un campo común de investigación.

¿Qué es lo que requiere para un diálogo interdisciplinar? Podemos señalar 5 características necesarias para que se dé una relación de diálogo:

1. Exige que las dos disciplinas quieran dialogar, y estén interesadas en intercambiar informaciones (a las que cada disciplina llega con su método).
2. También es necesario que ambos renuncien a la pretensión —casi siempre existente, aunque a veces inconsciente— de considerar su disciplina como el único acercamiento científico válido a la realidad. Deben estar abiertos a lo que la otra parte pueda aportar.
3. El diálogo debe darse bajo el signo de la provisionalidad. Ambas disciplinas están muy contestadas, por tanto, hay que darse cuenta de lo provisional de la realidad.
4. El diálogo y la confrontación no debe darse en el plano abstracto, sino en sus realizaciones históricas concretas.
5. Se requiere también que el otro *partner* esté con capacidad de comprender los procedimientos científicos y el lenguaje específico de la otra ciencia.

El diálogo interdisciplinar añade solo un dato novedoso al anterior. Para que sea posible una relación dialógica de estas características entre ciencias, debe darse una producción de conceptos transespecíficos (Piaget, 1979:9-14; Groppo, 1991). Donde hay conceptos transespecíficos nos movemos en un plano nuevo que es el de la transdisciplinariedad.

Este proyecto unificador de las ciencias que recorre el siglo XX y llega a nosotros tiene un reflejo en la tesis de Edward Osborne Wilson, distinguido profesor emérito de biología en la Universidad de Harvard y reconocido como tal vez la principal autoridad mundial en materia de hormigas, que abrió un nuevo campo de la ciencia en la década de 1970 con su libro *Sociobiology: The New Synthesis* (Harvard University Press, 1975). Argumentaba que los animales sociales, incluidos los humanos, se comportan en gran medida de acuerdo con las reglas escritas en sus propios genes. La teoría provocó controversia porque no solo parecía contradecir laspreciadas creencias sobre el libre albedrío, sino que, según los críticos, evocaba que las ideologías racistas acusaran a algunos grupos humanos de que eran biológicamente superiores a otros. Las reacciones fueron polémicas. No obstante, Wilson y algunos seguidores han defendido y refinado la sociobiología a lo largo de los años hasta tal punto que ahora es un concepto que goza de bastante aceptación en la comunidad científica, especialmente por una nueva generación de psicólogos evolutivos.

Después de bastantes años, Wilson nos ha ofrecido un nuevo libro, potencialmente innovador, *Consilience: The Unity of Knowledge* (Knopf 1998), que lo ha colocado en el centro del debate y la controversia una vez más. Algunos eruditos lo han elogiado como audaz y provocativo, mientras que otros lo han criticado como intelectualmente inestable y pobre. La palabra “consilience” es extraña y no aparece en el Diccionario del Nuevo Mundo de Webster ni en otros famosos diccionarios. Fue acuñada en el siglo pasado y se refiere a campos de investigación separados desde hace mucho

tiempo que se juntan y crean nuevas ideas. Por ejemplo, el matrimonio de la química y la genética de este siglo crearon la nueva y poderosa ciencia de la biología molecular, la base de la ingeniería genética. La controversia rodea a la creencia de Wilson de que todo esfuerzo humano, desde los sentimientos religiosos hasta los mercados financieros y las bellas artes, es susceptible de ser explicado por la ciencia dura. Filósofos y artistas se enfadan con lo que Wilson llama su “agenda de unificación”: su intento de mostrar, como él dijo, que la mayor empresa de la mente humana siempre ha sido y será el intento de vincular la ciencia con las humanidades.

La esencia del argumento de Edward Wilson en su libro *Consilience* es que el método científico puede aplicarse a las humanidades y las ciencias sociales con éxito. De hecho, las disciplinas aparentemente divergentes de las ciencias naturales y las ciencias sociales estudian el mismo mundo y, por lo tanto, debería haber una manera de reconciliar las diferencias en el progreso en las dos áreas de estudio.

Algunas ideas de Wilson están enraizadas en la Ilustración. Cita específicamente a Marie-Jean-Antoine-Nicolas Caritat, marqués de Condorcet (1743-1794), a quien también atribuye la incorporación del espíritu de los tiempos: el universo, conocido o desconocido, es necesario y constante. ¿Por qué este principio debería ser menos verdadero para el desarrollo de las facultades intelectuales y morales del hombre que para otras operaciones de la naturaleza?

Conviene recordar que este concepto fue puesto en circulación anteriormente. La palabra consilience fue acuñada originalmente en términos de “consilience de las inducciones” por William Whewell (1794-1866) (*consilience* se refiere a un “saltar juntos” del conocimiento). La palabra proviene del latín *com* “juntos” y *siliens* “saltando” (como en resiliencia).

Sostiene que nada en el mundo tiene sentido a menos que haya una teoría para explicarlo. Esta teoría es proporcionada por la ciencia, que es la *empresa organizada y sistemática que reúne conocimiento sobre el mundo y condensa el conocimiento en leyes y principios comprobables*. Para Wilson, el hecho de que la ciencia produce leyes útiles sobre el mundo en general es el principal atractivo de las disciplinas.

De este deseo de generalizar tanto las ciencias como las humanidades en una fórmula unitaria para encontrar la verdad objetiva, surgió la doctrina del positivismo lógico. El objetivo de esta tensión de pensamiento era unificar el método científico con el de las humanidades, y según Wilson, su fracaso fue causado solo por la falta de conocimiento de la neurociencia.

Este intento de unificación ha estado a la base de otras pretensiones como la de Ilya Prigogine (1917-2003) Isabelle Stengers (1949-) en vincular humanidades y ciencias mediante un concepto nuevo de tiempo, *La nouvelle Alliance*, 1978, el proyecto de Charles Percy Snow *The Two Cultures*, 1959, el posterior de John Brockman, *The Third Culture*, 1995 o este mismo de Edward Osborne Wilson (1929-) *Consilience. The Unity of Knowledge*, 1998. Cada intento aporta nuevas herramientas, pero aún en medio del avance, el objetivo final de la unificación del saber se percibe lejano.

En parte, la dificultad surge al describir sistemas complejos ya que la disección es más fácil que construir algo nuevo; es más sencillo separar un grupo de ideas para ver por qué deben trabajar juntas en lugar de visualizar todas las ideas en la secuencia que conduce a nuestra base de conocimientos actual. De hecho, muchos de los

problemas de las ciencias sociales surgen de la simplificación de los problemas más allá del punto en que resulta útil la teoría que surge como resultado. Las interacciones humanas son inmensamente complicadas y no están explicadas adecuadamente por las hipótesis de los científicos sociales.

Esto no quiere decir que el mundo natural no sea complejo. La interacción y evolución de las especies son juegos complejos e iterados que son difíciles de analizar. Hay demasiadas variables que influyen, por ejemplo, en la evolución genética. Sin embargo, según Wilson, los genes y la cultura están inseparablemente unidos; no hay manera de tener uno sin el otro.

El *quid* de su argumento es que todo puede reducirse a simples reacciones físicas a nivel molecular. En esencia, tanto las ciencias naturales como las ciencias sociales estudian situaciones que surgen de las mismas interacciones. El objetivo de la conciencia es el conservadurismo ambiental, ya que la unificación de los dos mundos de estudio dispares conducirá a una mayor comprensión del lugar del hombre en el mundo y su efecto en él. La ciencia tiene la capacidad de comprender y remediar los problemas ambientales, pero solo las humanidades y las ciencias sociales tienen la capacidad de llegar a un grupo lo suficientemente amplio como para que estos avances puedan tener lugar.

La meta de Wilson es noble, pero su examen del estado actual tanto de las ciencias sociales como de las artes es insuficiente. Específicamente, su examen del pensamiento económico deja mucho que desear. No obstante, reconoce que, aunque hay partes de la teoría económica muy sencillas, sin embargo, hay otras, como la teoría de la elección social que son densas y complejas y que, en todo caso, el fracaso de las ciencias sociales para predecir el comportamiento humano no se deberá a ninguna falta de competencia por parte de los científicos, sino a la imprevisibilidad de la condición humana.

La fase embrionaria de una disciplina no es disciplinaria, sino multidisciplinaria e interdisciplinaria (Wagensberg, 2014). Tradicionalmente, el conocimiento se ha dividido en partes para facilitar su comprensión. Las disciplinas surgen por razones culturales o tecnológicas, y no porque nuestro mundo, como la biosfera, se encuentre dividido en paquetes de conocimiento. Jorge Wagensberg aspiraba a la unificación de los tres grandes campos del conocimiento que ha desarrollado el ser humano: el arte, la ciencia y el pensamiento.

A lo largo de la historia del conocimiento, ha habido numerosos momentos donde ha surgido una nueva disciplina, como el resultado de la unificación de conocimientos que empezaban a solaparse. Así, antes de J.C. Maxwell, la física estaba dividida en mecánica, electricidad, magnetismo y termodinámica. Maxwell integró la electricidad con el magnetismo, y el electromagnetismo con la óptica, en una única disciplina. Más tarde, en 1905, Albert Einstein integró el electromagnetismo con la termodinámica y la dinámica⁸.

LA EMERGENCIA DE LA DISCIPLINA DE LA CIUDAD

Ya en 1965, Paul Davidoff planteaba que el nuevo profesional de la ciudad debía de estar versado en filosofía contemporánea, trabajo social, derecho, ciencias sociales y diseño cívico. No todos estos nuevos profesionales debían de tener un conocimiento profundo, pero al menos tenían que “ser capaces de dar expresión persuasiva a su entendimiento”. Paul Romer (2013), Nobel de Economía,

proponía que la ciudad fuera considerada como una unidad de análisis, al igual que sucedió anteriormente cuando la Universidad de Harvard colocó a los Business como otra unidad de análisis, o en el caso del MIT con la química de las plantas. Para Romer, el medioambiente urbano está formado por el medioambiente biológico, el medioambiente social, el medioambiente construido, el medioambiente del mercado, el medioambiente del negocio y el medioambiente político.

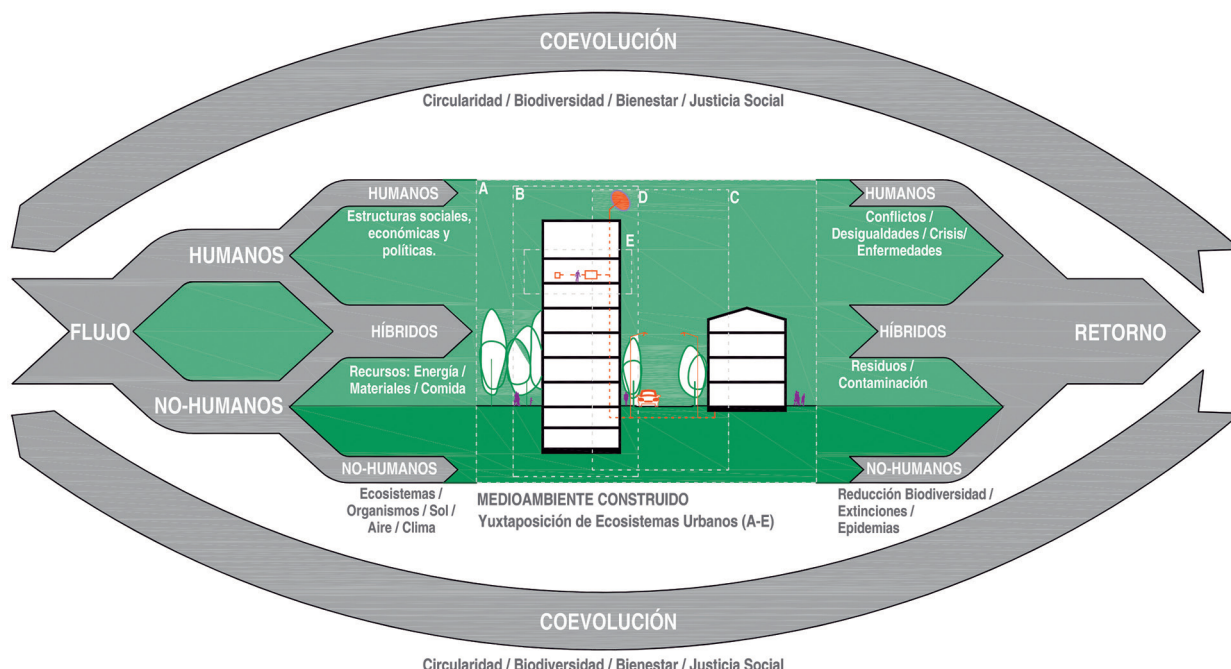
El aumento de la complejidad del fenómeno urbano debido al crecimiento rápido y exponencial de las ciudades, junto con su impacto en el calentamiento global y la reducción de la biodiversidad del planeta, obliga a ampliar aún más el campo disciplinar de la ciudad, para que incluya el estudio de los fenómenos complejos, la ecología, la biología, la química y la termodinámica.

La presente propuesta de unificación del conocimiento de la ciudad considera al tiempo y a la coevolución como conceptos transespecíficos. El tiempo al que se hace referencia es un tiempo irreversible e indeterminado, opuesto al tiempo lineal newtoniano. Citando a Henri Bergson, el tiempo entendido como duración, o es creación o es nada (Bergson, 1907). Mientras, el concepto de coevolución hace referencia a la interdependencia y mutualismo entre organismos. El origen de la coevolución se remonta a los estudios de Daniel Janzen (1966) sobre las acacias y las hormigas, donde estas últimas dependían de la comida que proveían las primeras, mientras que las acacias necesitaban a las hormigas para protegerse de otros insectos fitófagos y plantas vecinas. Así, las hormigas y las acacias se pueden describir como un pluriorganismo en permanente coevolución. La definición dada por Janzen (1980) al concepto de coevolución incluye a aquellos procesos por los cuales dos o más organismos ejercen una influencia mutua y sincrónica, cuyo resultado provoca adaptaciones recíprocas.

La selección del tiempo y la coevolución como las estrategias transdisciplinares que permitan la unificación del conocimiento asociado a la ciudad, parte de entender el fenómeno urbano como un ecosistema formado por flujos circulares de producción y retorno. Desde este punto de vista, la lectura de la ciudad como un ecosistema no se centra en un estadio particular, sino en su historia y dinámica coevolutiva. Lo fundamental es entender su pasado para poder predecir su futura evolución, a partir de una serie de escenarios probables.

Richard Rogers (1997) ya avanzó la necesidad de un modelo circular para la sostenibilidad de las ciudades, frente a los actuales sistemas lineales. La capacidad de estabilización de los sistemas circulares, como los ecosistemas naturales, ha sido puesta de manifiesto por numerosos autores (Odum, 1971). El ecosistema urbano, al igual que el resto de los ecosistemas naturales, está en permanente coevolución y transformación a partir de flujos de energía, productos, ciudadanos y organismos no-humanos. Desgraciadamente, estos flujos no se mueven en la dirección deseada, sino que a menudo se transforman en residuos, polución, desastres naturales, desigualdades y conflictos, que provocan una desestabilización del ecosistema. Así, la descripción del sistema se realiza desde el conjunto de la dinámica de flujos, a partir de su interdependencia y futura evolución.

Nuestro entendimiento de la ciudad como un ecosistema está todavía en una fase embrionaria comparado con el estudio de los ecosistemas naturales. Marina Alberti (2016) propone no hablar de ecosistemas urbanos, sino de ecosistemas híbridos, formados



por el acoplamiento entre sistemas humanos y naturales. La comprensión y evaluación de ecosistemas complejos se puede llevar a cabo a partir de la descripción de los flujos de energía del sistema (Odum, 1971).

La ecología de los ecosistemas se suele entender como el mayor nivel organizacional en ecología, el cual incluye los individuos, las comunidades y la población. Analiza el intercambio de energía y materia entre organismos y con el medioambiente (Burke y Lauenroth, 2011). La gran mayoría de los problemas medioambientales, como el calentamiento global y la reducción de la biodiversidad, se pueden entender desde la ecología de los ecosistemas. A pesar de que el desarrollo de un modelo que evalúe y describa el funcionamiento y evolución de un ecosistema en su totalidad es todavía un reto (Willig y Scheiner, 2011), la presente propuesta de unificación de la disciplina de la ciudad requiere también de la construcción de un modelo que sea capaz de describir las dinámicas de los flujos urbanos.

Más allá de la discusión entre si todavía no hemos sido modernos (Latour, 1991), o si estamos tratando de no serlo (Morton, 2013), la distinción entre No-Humanos y Humanos se considera necesaria para poder, paralelamente, llevar a cabo la integración o hibridación entre ambos. El emergente matrimonio que planteaba Kevin Kelly (1994), entre lo nacido, aquello que no ha sido creado por el hombre, y lo creado, aquello que ha sido diseñado por el hombre, es el resultado del proceso de hibridación entre lo humano y lo no-humano. Cada vez más, lo nacido se vuelve más creado, y viceversa, lo creado se acerca más a lo nacido. La mayoría de los tomates que nos comemos ya no están plantados en la tierra, sino en sustratos como la lana de roca, cuyos nutrientes se les aporta de forma hidropónica, los cuales sustituyen la tierra por sustancias químicas disueltas en el agua. Por otro lado, las estrategias inspiradas en la naturaleza, a través de la biomímesis, diseñan objetos o sistemas que acercan lo artificial a lo natural. Incluso, podríamos hablar del calentamiento del planeta como un proceso híbrido entre Humanos y No-Humanos, basado en decisiones políticas, industriales o tecnológicas, e influenciados por los sistemas climáticos y termodinámicos del planeta (Morton, 2013).

> Figura 1. Diagrama de los flujos Humanos y No-Humanos que coevolucionan en la estructura física de la ciudad. Fuente: Autoría propia.

En el caso que nos ocupa, se propone la descripción del ecosistema urbano como un sistema de flujos Humanos, No-Humanos e Híbridos que están en permanente coevolución en el medioambiente construido de la ciudad.

Los flujos Humanos incluyen a las Estructuras Sociales, Económicas y Políticas, mientras que los flujos No-Humanos incluyen a la Biosfera, al resto de Ecosistemas y a los organismos No-Humanos. Tradicionalmente, los dos flujos anteriores se han hibridado para transformar los recursos naturales en energía, materiales y productos, agua o comida.

El Medioambiente Construido engloba a la estructura física de las ciudades, como son las edificaciones, las infraestructuras (calles, carreteras, instalaciones...) o los espacios abiertos (plazas, parques...). A su vez, el Medioambiente Construido está formado por un conjunto de ecosistemas que a modo de *matrioskas*, están contenidos uno dentro de los otros.

Los flujos Humanos pueden devenir en Conflictos, Desigualdades, Crisis o Enfermedades, mientras que los flujos No-Humanos pueden resultar en Reducción de la Biodiversidad, Epidemias y Extinciones. Los flujos Híbridos entre Humanos y No-Humanos dan lugar a Residuos y Contaminación. Para evitar estos indeseados resultados, se propone la implementación de mecanismos de Coevolución basados en la Circularidad, la protección de la Biodiversidad, Bienestar y Justicia Social.

Finalmente, se propone transformar los flujos Humanos y No-Humanos en sistemas de información, a través de herramientas digitales, para regular el tiempo y la coevolución del ecosistema urbano. Las nuevas tecnologías son una herramienta poderosa para modelar y simular la coevolución de los flujos urbanos y sus formas de retorno. Más aún, la gran ambición y complejidad de la tarea solo se puede llevar a cabo mediante la implementación de sistemas digitales de información.

Así, la ciudad como disciplina y unidad de estudio, surge de la integración de los flujos Humanos y No-Humanos, en el Medioambiente Construido, a partir de las estrategias transespecíficas del tiempo y la coevolución. Así, la capacidad integradora del tiempo se basa en la coevolución y sincronización de los flujos Humanos y No-Humanos en el Medioambiente Construido de la Ciudad. No son ecosistemas aislados sino intrínsecamente interconectados. Lo que sucede en uno se traslada a los otros, a través de los mecanismos de coevolución y sincronización⁹. Podríamos verlos como un sistema de metrónomos que buscan acoplarse al mismo ritmo.

A modo de ejemplo, el suelo de una ciudad, o lo que se encuentra debajo del suelo que pisamos en una ciudad, es una capa de muchos niveles de profundidad donde cohabitan organismos No-Humanos, como raíces, larvas o bacterias, con infraestructuras como redes de telecomunicaciones o de agua. Los organismos No-Humanos que se encuentran en el subsuelo no suelen entrar en la ecuación en el diseño de ciudades. La apertura de una zanja para arreglar un escape de agua es de los pocos momentos en los que esta capa sale a luz. Podemos pensar esta capa no como algo que no vemos debajo de nuestros pies, sino como parte de un ecosistema más complejo formado por los edificios que sobre ella se encuentran, junto con el aire, la lluvia, y el niño que juega. Simplemente el diseño del pavimento puede convertirse en un ejercicio de una gran complejidad, ya que este se puede entender como un regulador entre el ecosistema que vemos y el que no vemos;

entre la escala microscópica de la química del material y la escala macroscópica de las interacciones Humanas y No-Humanas. La permeabilidad del suelo será un factor que condiciona la filtración y evaporación del agua de lluvia, mientras que la dureza del suelo podrá permitir ciertos juegos al niño, o la inercia térmica del pavimento almacenará el calor del día si se encuentra en una orientación sur y lo disipará por la noche, o el tacón de un zapato producirá un mayor sonido dependiendo de la transmisión del sonido por la densidad de las piezas del pavimento y por el tipo de unión rígida o flexible de las mismas, o simplemente cabe preguntarse porqué diseñamos ciudades para ir siempre con los pies impolutos.

Hasta ahora hemos hecho una mera descripción del pavimento de una ciudad como el interfaz entre dos capas. Si miramos al pavimento como el regulador entre ambos ecosistemas, el superior y el inferior, podemos empezar a vislumbrar el intercambio de flujos Humanos, No-Humanos e Híbridos que se produce en la forma de energías materiales y organismos. Introduzcamos ahora el tiempo y la coevolución en la ecuación del ecosistema, es decir, su uso y mantenimiento, y cambiemos el nombre de pavimento por el de interfaz. El envejecimiento del material, su capacidad de almacenar y disipar energía, junto con los organismos No-Humanos que permite alojar y las distintas actividades humanas que puede potenciar, construyen la dinámica coevolutiva de los dos ecosistemas, el superior y el inferior. La sincronización de la escala microscópica con la macroscópica se puede llevar a cabo a partir del intercambio de flujos de energía, información y organismos Humanos y No-Humanos.

Esta lectura del espacio construido de la ciudad como una membrana que regula los flujos Humanos y No-Humanos entre dos ecosistemas localizados en su interior puede ser extrapolable a todo el fenómeno urbano. Manuel Solá-Morales (1986) solía decir que una ciudad es una infraestructura y una idea de urbanidad. Haciendo nuestra esta efectiva síntesis sobre la ciudad, podemos ampliarla como un sistema de flujos Humanos y No-Humanos que coevolucionan en el entorno construido de la ciudad.

CONCLUSIONES

La emergencia de una disciplina es un trabajo ambicioso que no se puede llevar a cabo en un solo artículo de investigación. Es un ejercicio que se considera largo y que obliga a implicar a múltiples agentes, y a establecer una metodología para su implementación. El presente artículo se considera como un catalizador, que puede fomentar la integración del conocimiento asociado a la ciudad, a partir de un primer ejercicio de síntesis, que descompone la ciudad en un sistema de flujos Humanos y No-Humanos, que interaccionan con el entorno construido. Paralelamente, el surgimiento de la disciplina de la ciudad se propone llevarlo a cabo a partir de los conceptos transespecíficos del tiempo y la coevolución.

REFERENCIAS

- Alberti, M. (2016) *Cities That Think Like Planets: Complexity, Resilience, and Innovation in Hybrid Ecosystems*. University of Washington Press.
- Alexander, C. (2015) *A City is Not a Tree: 50th Anniversary Edition*. Portland: Sustasis Press.
- Batty, M. (2013) *The New Science of Cities*. Cambridge: The MIT Press.

- Boudon, Philippe (1979) *Lived-In Architecture: Le Corbusier's Pessac Revisited*. MIT Press.
- Brand, Stewart (1994) *How Buildings Learn*. London: Penguin Books.
- Brockman, J. (1996) *Third Culture: Beyond the Scientific Revolution*. New York: Simon and Schuster.
- Burke, I. and Laurenroth, W. (2011) Theory of Ecosystem Ecology, in *The Theory of Ecology*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Castells, M. (1996) *The Rise of the Network Society, The Information Age: Economy, Society and Culture Vol. I*. Cambridge: Blackwell.
- Cerdà, I. (1971) *Teoría General de la Urbanización y la aplicación de sus principios y doctrinas a la reforma y ensanche de Barcelona*. Madrid: Instituto de Estudios Fiscales.
- Davidoff, P. (1965) Advocacy and Pluralism in Planning. *Journal of the American Institute of Planners*, Volume 31, 1965 - Issue 4.
- Friedman, Avi (2001) *The Grow Home*. Montreal: McGill-Queen's University Press.
- García-Huidobro, F., Torres Torriti, D. y Tugás, N. (2008) *¡El tiempo construye!* Barcelona: Gustavo Gili.
- García Vázquez, C. (2016) *Teorías e Historia de la Ciudad Contemporánea*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Gehl, J. (1971) *Life Between Buildings. Using Public Space*. Washington: Island Press.
- Geddes, Patrick (2013) *Cities in evolution an introduction to town planning movement and to the study of civics 1915*. New Delhi: Isha Books Publishers.
- Giedion, S. (1967) *Espacio, Tiempo y Arquitectura*. Quinta Edición. Harvard University Press.
- Guy, S., Marvin, S., Medd, W. and Moss, T. (2011) *Shaping Urban Infrastructures. Intermediaries and the Governance of Socio-technical Networks*. New York: Earthscan.
- Jacobs, J. (1961) *The Death and Life of Great American Cities*. New York: Random House.
- Janzen, D. (1980) *When is it Coevolution?* Society for the Study of Evolution. Disponible en: www.bit.ly/3sCQeYM
- Grosso, G. (1991) *Teologia dell'educazione. Origine, identità, compiti*. Roma: LAS.
- Haughton, H. y White, I. (2020) *Why Plan?* London: Lund Humphries Publishers Ltd.
- Kedziorek, A., Ronduda, L., Stanek, L., Gutiérrez, S., and Muzeum Sztuki Nowoczesnej w Warszawie (2014) Oskar Hansen: opening modernism: on open form architecture, art and didactics. Warsaw: Museum of Modern Art in Warsaw.
- Kelly, K. (1994) *Out of Control. The new Biology of Machines, Social Systems and the Economic World*. New York: Basic Books.
- Kwinter, S. (2008) *Far from Equilibrium: Essays on Technology and Design Culture*. Barcelona: Actar.
- Latour, Bruno (1993) *We Have Never Been Modern*. Harvard (Mass): Harvard University Press.
- Lerner, Jaime (2014) *Urban Acupuncture*. Washington D.C.: Island Press.
- Mau, B. y Koolhaas, R. (1995) *S, M, L, XL*. New York: The Monacelli Press.
- Mathews, S. (2007) *From Agit Prop to Free Space: The Architecture of Cedric Price*. Abington, Pa: Black Dog Architecture.
- Moneo, R. (2004) *Inquietud Teórica y Estrategia Proyectual en la obra de ocho arquitectos contemporáneos*. Harvard (Mass.): MIT Press.
- Morton, T. (2013) *Hyperobjects. Philosophy and Ecology after the End of the World*. Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Mostafavi, M. y Doherty, G. (2010) *Ecological Urbanism*. Baden, Suiza: Lars Muller Publishers.
- Pérez Romero, M. (2017) *Timetecture*. Buenos Aires: Diseño.
- Price, C. (1999) *Re: CP*. Basel, Suiza: Birkhäuser Architectur..
- Price, C., Baker, P., Hall, P., Banham, R. (1969) Non-Plan: an Experiment in Freedom. *New Society*, 338. London.
- Picon, A. (2019) *Smart Cities. Teoría y crítica de un ideal autorealizador*. Málaga: Recolectores Urbanos.
- Prigogine, I., Stengers, I. (1990). *Entre el tiempo y la eternidad*, Alianza, Madrid. El original lleva por título *Entre le temps et l'éternité* (1988), Paris: Librairie Arthème Fayard.
- Prigogine, I., Stengers, I. (1980) *From being to becoming. Time and complexity in the physical sciences*. San Francisco: Freeman and Co.
- Prigogine, I., Stengers, I. (1979) *La nouvelle Alliance. Métamorphose de la science*. Paris: Gallimard. Ed. española (1990) *La nueva alianza. Metamorfosis de la ciencia*. Madrid: Alianza.
- Prigogine, I. (1984), *Order out of chaos. Man's new dialogue with nature*. New York: Bantam.
- Odum, H.T. (1971) *Environment, Power and Society*. New York: Wiley-Interscience.
- Odum, E. P. (1993) *Ecology and Our Endangered Life-Support Systems*. Sunderland, Mass: Sinauer Associates.
- Ortman S.G., Lobo J., Smith M. E. (2020) *Cities: Complexity, theory and history*. PLOS ONE 15(12): e0243621. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0243621>
- Otto, F. (2009) *Occupying and Connecting: Thoughts o Territories and Spheres of Influence with Particular Reference to Human Settlement*. Fellbach, Alemania: Editions Axel Menges.
- Rahm, P. (2014) *Towards a Thermodynamic Urban Design. Liverpool Biennial*. www.bit.ly/3ylsrdP
- Ratti, C. (2020) *Senseable Mobility, Architecture and Technology*. Madrid: Norman Foster Foundation.

- Rogers, R. (1997) *Cities for a Small Planet*. London: Faber & Faber.
- Romer, P. (2013) *The City as Unit of Analysis*. Marron Institute of Urban Management. <https://bit.ly/3sGxNSS>
- Rueda, S. (2019) Ecosystemic Urbanism, in *Ciudad y Territorio. Estudios Territoriales*.
- Scheiner, S. M. and Willig, M. R. (2011) *The Theory of Ecology*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Sheppard, C. (2017) *City Makers. The culture and craft of practical urbanism*. New York: The Monacelli Press.
- Solà-Morales, I., Costa, X., UIA (1996) Presente y futuros: arquitectura en las ciudades. *Catalogue of the Exhibition for the XIX International Union of Architects (UIA)*. Barcelona: Centro de Cultura Contemporánea de Barcelona, pp. 10-23.
- Strogatz, S. (2004) *Sync. How order emerges from chaos in the universe, nature and daily life*. Hyperion- Acquired Assets.
- Von Foerster, H. (1991) *Las Semillas de la Cibernética: Obras Escogidas*. Barcelona: Gedisa.
- Wagensberg, J. (2014) *El pensador intruso. El espíritu interdisciplinario en el mapa del conocimiento*. Barcelona: Tusquets Editores.
- White, R., Engelen, G. and Uljee, I. (2015) *Modelling Cities and Regions as Complex Systems. From Theory to Planning Applications*. Cambridge: The MIT Press.
- Wiener, N. (1948) *Cybernetics: or Control and Communication in the Animal and the Machine*. Segunda Edición, 2015. New Orleans, Louisiana: Quid Pro, LLC Publishers.
- Wilson, E.O. (1998) *Consilience: The Unity of Knowledge*, New York: Knopf.

NOTAS

- 1 Los profesionales relacionados con el diseño del entorno físico de la ciudad varían en función de las habilitaciones profesionales de cada país. En países como España, la figura del arquitecto engloba todas las formas del diseño urbano, mientras que, en los países anglosajones, las figuras del planificador urbano (*planner*), el diseñador urbano (*urban designer*) y el arquitecto, están claramente delimitadas.
- 2 A pesar de ser numerosas las carreras universitarias relacionadas con el fenómeno urbano como arquitectura, diseño urbano, planeamiento urbanístico, estudios urbanos, gestión de ciudades, economía urbana o ciencia de la ciudad, no existe una formación universitaria que englobe todo el conocimiento asociado con la ciudad.
- 3 El Ayuntamiento de Madrid está organizado según las concejalías de Medio Ambiente y Movilidad, Desarrollo Urbano, Bienestar Social, Obras y Equipamientos, mientras que la ciudad de Nueva York presenta un mayor número de agencias (agencies), como las de agua, residuos sólidos, comida, clima y sostenibilidad.
- 4 Aunque los distintos instrumentos de Ordenación Urbana y del Territorio varían según países, comparten en sus objetivos la clasificación de los usos del suelo, así como los regímenes aplicables a lo largo de un determinado período de tiempo.

- 5 Fíjese el hecho de que Geddes emplea estos términos haciendo una referencia indirecta al recién descubierto segundo principio de la termodinámica: la entropía.
- 6 Nótese que el término energía se utiliza en su más amplio sentido abarcando campos que van desde el ámbito social al económico.
- 7 El concepto de hábitat tiene un significado diferente según sea utilizado por arquitectos o por ecólogos. Mientras los primeros se refieren al entorno construido donde habita el ser humano, los segundos entienden el hábitat como el lugar que permite las condiciones de vida de un organismo, a partir de un complejo sistema de interacciones. En el presente texto la utilización del término hábitat está cercana a la definición realizada por los ecólogos.
- 8 Actualmente, uno de los grandes retos es la unificación de las dos grandes teorías vigentes en la física, como son la mecánica cuántica y la relatividad, es decir, lo microscópico con lo macroscópico.
- 9 El concepto de sincronización hace referencia al trabajo de Steven Strogatz (2003) sobre la capacidad de sincronizarse y acoplarse que presentan grandes sistemas complejos presentes en la naturaleza.

§