

Estudios
Universitarios de
Arquitectura

33

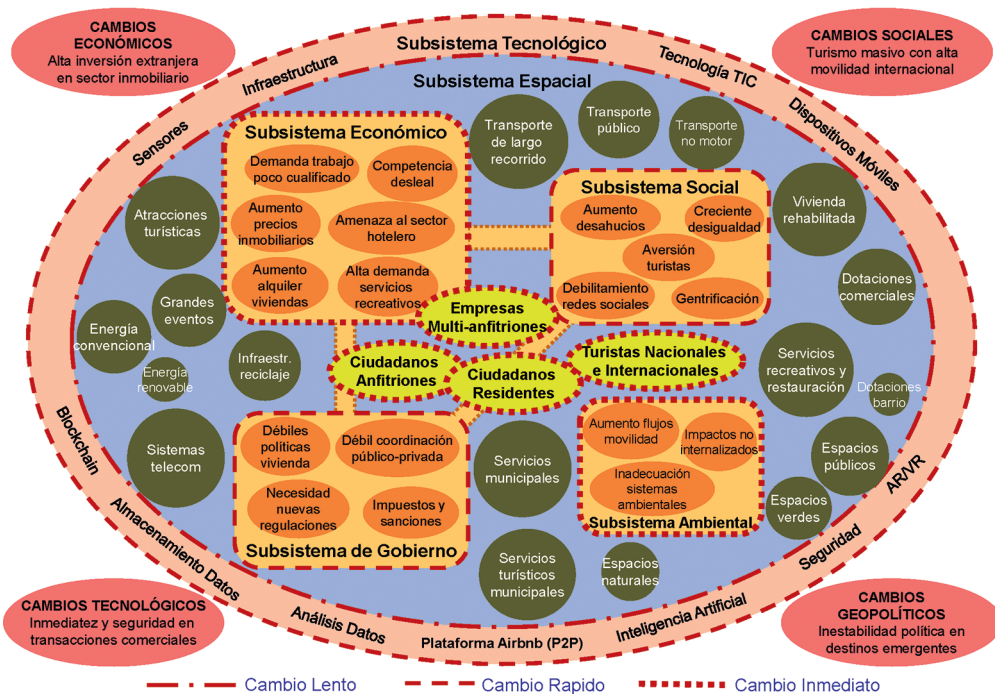
José Miguel Fernández Güell

COMPLEJIDAD e INCERTIDUMBRE en la ciudad actual



Hacia un nuevo modelo conceptual

Editorial
Reverté



Modelo conceptual urbano: repercusión de Airbnb en el sistema funcional de la ciudad.

Estudios
Universitarios de
Arquitectura

33

José Miguel Fernández Güell

COMPLEJIDAD e INCERTIDUMBRE en la ciudad actual

Hacia un nuevo modelo conceptual

Prólogo

Pablo Martí Ciriquián

Edición

Jorge Sainz

**Editorial
Reverté**

© José Miguel Fernández Güell, 2022
josemiguel.fernandez@upm.es
jmf.guell@gmail.com

Esta edición:
© Editorial Reverté, S.A, Barcelona, 2022

Edición en papel:
ISBN: 978-84-291-2133-9

Edición e-book (PDF):
ISBN: 978-84-291-9729-7

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra sólo puede realizarse con la autorización de sus titulares, salvo las excepciones previstas por la Ley 23/2006 de Propiedad Intelectual, y en concreto por su artículo 32, sobre ‘Cita e ilustración de la enseñanza’. Los permisos para fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra pueden obtenerse en CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org).

EDITORIAL REVERTÉ, S.A.
Calle Loreto 13-15, local B · 08029 Barcelona
Tel: (+34) 93 419 3336 · Fax: (+34) 93 419 5189
Correo E: reverte@reverte.com · Internet: www.reverte.com

1569

Índice

Prólogo	7
<i>Introducción</i>	
La diáspora científica que impulsó el pensamiento sistémico	11
I El pensamiento sistémico	21
· Contribuciones precursoras desde la filosofía	21
· La fundación: años 1940 y 1950	27
· Despegue y desarrollo: años 1960 y 1970	37
· Popularización y diversificación: años 1980, 1990 y 2000	56
· Aproximación al concepto de complejidad	77
· Caracterización y definición de un sistema complejo	83
II Los estudios del futuro	87
· Afán y fracaso del hombre para prever el futuro	88
· Aparición: de 1945 a los años 1960	96
· Consolidación y desarrollo: años 1970 y 1980	102
· Globalización y fragmentación: años 1990 y 2000	107
· Recapitulación del recorrido histórico	114
· Cómo anticipar el futuro	116
· Cómo gestionar la incertidumbre	128
III Relación con las ciencias urbanas	133
· Contribuciones precursoras al urbanismo sistémico	133
· Experiencias pioneras: años 1960 y 1970	141
· Renacimiento del interés: años 1980, 1999 y 2000	160
· Principales corrientes del pensamiento sistémico urbano	177
· Los estudios del futuro en el ámbito urbano	183
· Aproximación al concepto de complejidad urbana	187
IV Un nuevo modelo conceptual urbano	201
· Aportaciones y limitaciones de los modelos	201
· Un instrumento sencillo, dúctil y amigable	207
· Desarrollo del nuevo modelo	221
· Activación de las principales utilidades	229
· Evaluación crítica	245
V Aplicación práctica	249
· Evolución temporal	250
· Modelos deseables de futuro para tres tipos de ciudad	265
· Repercusión de las dinámicas socioeconómicas en la ciudad	279
· Actitud de los grupos de interés locales hacia al modelo	283

VI	Implantación de los modelos sistémicos	287
	· El enfoque sistémico del urbanismo	288
	· El enfoque sistémico de la gobernanza urbana	296
	· El enfoque sistémico de la enseñanza de las ciencias urbanas	312
	Conclusión	325
	Bibliografía	331
	Procedencia de las ilustraciones	351

Prólogo

*Pablo Martí
Ciriquián*

La aparición de este libro sobre la complejidad y la incertidumbre no puede resultar más pertinente y oportuno, precisamente en este otoño de 2022, que coincide con un momento histórico de enormes disrupciones globales económicas, sanitarias y geopolíticas.

Así pues, prologar un libro sobre estos temas y en estos momentos no parece aparentemente una tarea difícil, en especial si se tienen en cuenta los cambios en la movilidad, la energía y la actividad económica que se han producido como consecuencia de la sucesión de acontecimientos recientes. Sin embargo, concretar esas alteraciones en la vida de las personas conlleva más matices, pues si bien se trata de acontecimientos relativamente repentinos a nivel global, con una respuesta en la esfera geopolítica, las ciudades han sufrido grandes transformaciones.

En menos de un lustro, con especial incidencia en los últimos tres años, la vida en las ciudades –es decir, la de una parte importante de la población mundial– ha sufrido cambios sustanciales que abarcan un buen elenco de aspectos: desde los más abstractos hasta cuestiones relacionadas con la realidad física.

La movilidad no sólo se ha visto alterada al generalizarse nuevos medios de transporte individual, sino que la proporción en el uso de las diferentes modalidades de transporte ha ido variando de manera considerable en pocos años. Si la pandemia provocada por la COVID-19 relegó el transporte público en favor del privado, la crisis energética y las políticas de financiación en favor del primero de ellos han cambiado las tornas. Ante estas alteraciones de la movilidad, el uso del espacio urbano en las ciudades ha tenido que adaptarse de manera rápida sin poder adecuar una infraestructura viaria pensada para otras formas de desplazamiento anteriores, en las que ni la importancia de los recorridos peatonales ni las nuevas formas de movilidad personal se consideraban como se hace en estos momentos.

En el ámbito laboral, especialmente en los países occidentales, la implantación del teletrabajo y el uso de las innovaciones tecnológicas en la esfera de la comunicación, aplicado de manera bastante súbita, ha producido cambios en las formas de relación entre las personas y, por ende, en los espacios de socialización de la ciudad, lo que ha afectado a muchas actividades económicas y a su configuración urbana. Más aún, la incertidumbre acerca de en

qué medida se van a seguir manteniendo determinados hábitos iniciados en circunstancias tan especiales es algo que sigue estando presente.

Desde hace ya varios años, la actividad comercial de la ciudad se estaba viendo sometida a diversas tensiones provocadas por los modelos de comercio virtual y por los grandes centros comerciales; y como resultado, el sector ha sufrido un envite tremendo por parte de la compra por Internet y el reparto a domicilio. Si se tiene en cuenta que nuestras ciudades –en especial buena parte de sus espacios centrales– se han configurado a partir de una planta baja de carácter comercial que en estos momentos supera con creces la demanda de estos espacios, el cambio en la configuración urbana es considerable. Pero esto se aprecia no sólo en la distribución de las actividades urbanas en el espacio y la percepción de estos ámbitos, sino también en la vitalidad y seguridad que ofrecen los comercios en planta baja. Se trata de cambios que habrá de abordar la gestión de la ciudad, buscando nuevos usos, incluso residenciales, a unos espacios pensados para otras funciones.

La escasez de existencias o la crisis de componentes y suministros también han influido en nuestros hábitos y comportamientos urbanos. Acostumbrados a poder disponer de cualquier producto deseado en plazos cortos y de manera accesible –aunque su producción se hiciera a grandes distancias–, hemos visto cómo nuestros deseos y preferencias de consumo tienen que adaptarse ahora a una oferta más reducida y a la conciencia de que es necesaria cierta autosuficiencia en la producción de determinados bienes.

La política y la gobernanza han experimentado igualmente enormes cambios en los últimos años, entre los que destaca una fuerte polarización y la irrupción de acciones procedentes del ámbito civil, algo que ha alterado muchos aspectos institucionales y organizativos, especialmente en el ámbito local.

También el sector inmobiliario ha estado sometido a vaivenes en los precios de la vivienda, lo que ha incidido en el desarrollo previsto en el planeamiento urbanístico ya aprobado de muchos espacios urbanos y sus extensiones; esto ha generado nuevas áreas inefables, tanto en espacios periféricos como en ámbitos territoriales aislados.

Así pues, junto con otros factores no mencionados de diverso carácter sociológico, ambiental, demográfico, etcétera, la vida y la configuración de las ciudades han cambiado mucho en poco tiempo. Y este libro trata precisamente de plantear un método para aproximarse a esas circunstancias cambiantes: cómo anticiparse a esas transformaciones con el objetivo de planificar las ciudades en tiempos de complejidad e incertidumbre.

En este contexto descrito es en el que se enmarca la aportación del profesor José Miguel Fernández Güell. No es casualidad que esta contribución surja de un importante conocimiento previo so-

bre los procesos de planificación urbana y, concretamente, de la contribución de la planificación estratégica, de la que el autor es un reconocido especialista. De este modo, en su trayectoria, esta nueva investigación supone un avance que aporta claves para la interpretación de la actualidad urbana, pues no se limita a describir la situación y las estrategias de planificación en un contexto de complejidad e incertidumbre, sino que también propone un modelo conceptual urbano y su posible aplicación.

En cuanto a la aproximación al pensamiento sistémico, el libro plantea un interesante juego que expone las diferentes corrientes del pensamiento filosófico y científico a lo largo de la historia, y su relación con esa modalidad de pensamiento. Así, trazando un amplio recorrido que recoge las aportaciones más relevantes en la configuración de las teorías de la complejidad, destaca la amplia mirada analítica a los avances en las diferentes ciencias, para lo que se relacionan aportaciones muy diversas procedentes de las ciencias exactas, biológicas y médicas, humanas y sociales.

Al abordar los estudios de futuro y su relación con la complejidad y la incertidumbre, el libro tiene la virtud de no apostar por un único futuro, sino que pone en valor múltiples y diferentes enfoques. Además, el texto sugiere una interesante reflexión sobre el recorrido de esta línea de pensamiento, que nos permite entender adónde hemos llegado o dónde estamos actualmente, con lo que se busca un equilibrio entre los aspectos tecnoeconómicos y los humanistas.

La principal aportación del libro es la propuesta de un nuevo modelo conceptual urbano apoyado en los modelos del pensamiento sistémico. Para ello, el autor recoge, por un lado, las distintas técnicas de elaboración de mapas mentales, conceptuales, de procesos y de argumentos; y por otro, los modelos conceptual, ontológico y matemático. Todo ello le permite definir un nuevo modelo conceptual de ciudad basado en una estructura general del sistema funcional a partir de la demanda urbana, la oferta urbana no espacial con sus diversos subsistemas y la oferta urbana espacial, todo ello delimitado por los bordes del sistema y los factores de entrono. Pero el autor no se limita a enunciar el modelo, sino que lo aplica a una visión de futuro para tres tipos de ciudades españolas en un marco temporal de algo más de diez años: las metrópolis nacionales, como serían los casos de Madrid y Barcelona; las ciudades intermedias, entre 100.000 y un millón de habitantes; y el caso particular de las ciudades turísticas, con una idiosincrasia específica.

En todos estos casos, se deja abierta la obra a nuevas aportaciones en el marco de los dos propósitos planteados: por un lado, la divulgación de los diversos estudios de la complejidad y la incertidumbre; y por otro, la propuesta de un modelo conceptual urbano que refleje la complejidad de las ciudades actuales.

Pese a que el autor intuye posibles vacíos, tanto en el propósito divulgativo como en el propositivo, no resultará tarea fácil encontrarlos. La recopilación llevada a cabo es tan extensa que convierte este libro en una referencia obligada a la que acudir para encontrar teorías, métodos y autores que aborden el pensamiento sistémico vinculado a la complejidad. Y en cuanto a la propuesta, ofrece la conceptualización de un modelo urbano sobre el que se pueden seguir ampliando y matizando sus partes y relaciones, pero que, sin duda alguna, es la mejor base hasta la fecha para seguir trabajando sobre los modelos urbanos en la actual ciudad compleja e incierta.

En definitiva, este libro supone una referencia indiscutible en la reflexión sobre la ciudad actual y el papel de los urbanistas para entenderla conceptualmente, intuir sus posibles evoluciones e intervenir en ella con antelación.

Alicante, octubre de 2022.

La diáspora científica que impulsó el pensamiento sistémico

El 2 de septiembre de 1945 se dio oficialmente por terminada la II Guerra Mundial, que dejó atrás cerca de 60 millones de muertos, el continente europeo devastado y el lanzamiento de dos bombas atómicas en Japón. Con la llegada de la paz y tras un lustro de economía de guerra, los Estados Unidos reorientaron sus prioridades presupuestarias del campo militar al civil con el fin de dar respuesta a las crecientes demandas sociales en materia de empleo, vivienda y servicios sociales. Así, al poco tiempo de concluir el conflicto mundial comenzaron a cerrarse una serie de centros de investigación militar que durante los años más agudos del conflicto habían congregado a centenares, si no millares, de las mentes más brillantes de la época para producir toda clase de armamento militar. Instituciones de investigación como todas las que participaron en el Proyecto Manhattan –que creó la primera bomba atómica– vieron disminuir drásticamente los fondos federales que durante años habían nutrido generosamente sus arcas.

Prácticamente de la noche a la mañana, cientos de científicos abandonaron sus puestos en los centros de investigación militar y buscaron acomodo profesional en las empresas privadas y las universidades. En su diáspora laboral, estos científicos no sólo llevaron consigo sus habilidades en diferentes campos del conocimiento, sino que difundieron nuevos métodos de trabajo basados en equipos multidisciplinarios y nuevos modos de programación de proyectos que habían aprendido en el ámbito militar. Asimismo, estos científicos arrastraron consigo una semilla de inquietud intelectual sobre la existencia de problemas complejos y sobre la necesidad de abordarlos con visiones holísticas desde la práctica pluridisciplinaria. Era evidente que durante la primera mitad del siglo XX la ciencia había progresado a una velocidad impensable en épocas anteriores, pero esos avances se habían debido sobre todo a los esfuerzos realizados por sectores en distintos campos del conocimiento. Para seguir progresando había que romper las fronteras entre las diversas disciplinas científicas y avanzar con enfoques integradores que aunasen los distintos campos del saber. En otras palabras, se estaban creando los fundamentos de lo que posteriormente se conocería como ‘pensamiento sistémico’.

Cuentan las crónicas científicas que uno de los primeros pasos de la andadura sistémica se dio en marzo de 1946, cuando se celebró en Nueva York la primera Conferencia Macy sobre ciberné-

tica. Meses antes, Lawrence Frank y Frank Fremont-Smith, ejecutivos de la Macy Foundation, habían hablado con el neurofisiólogo Warren McCulloch sobre la posibilidad de organizar una serie de conferencias que sentasen las bases de una ciencia general del funcionamiento de la mente humana. Además de esta expresión inicial de interés, las conferencias tenían un propósito más general: promover intercambios significativos entre diversas disciplinas científicas para restaurar la unidad de la ciencia. McCulloch aceptó gustoso el encargo y reunió a un conjunto de personalidades muy prestigiosas procedentes de diversos campos del conocimiento, las cuales, a lo largo de diez conferencias (de 1946 a 1953), fueron sentando las bases del pensamiento sistémico. Entre los participantes en las Conferencias Macy destacaron el psiquiatra William Ross Ashby, el neurofisiólogo Ralph Gerard, el psicólogo Kurt Lewin, la antropóloga Margaret Mead, el economista Oskar Morgenstern, el físico Heinz von Foerster, el sociólogo Talcott Parsons y los matemáticos Claude Shannon, John von Neumann y Norbert Wiener. Estos prestigiosos científicos brindaron un apoyo indiscutible a la iniciativa de promover los intercambios entre diversas disciplinas con la aspiración de integrar el conocimiento en el mundo de la posguerra.

A partir de las Conferencias Macy se sucedieron ininterrumpidamente otras iniciativas teóricas y prácticas que impulsaron el estudio de la complejidad, el desarrollo de la cibernética y la construcción del pensamiento sistémico. A los científicos ya citados se sumaron muchos otros que consolidaron definitivamente este campo del conocimiento en los años 1950 y 1960. De este modo, se abrió un periodo muy fructífero para la ciencia, en el que se fueron generando toda clase de valiosas contribuciones que germinarían en hallazgos relevantes para el progreso general del conocimiento.

Complejidad e incertidumbre, dos conceptos estrechamente relacionados

Los conceptos de ‘complejidad’ e ‘incertidumbre’ han acompañado de manera indisoluble el devenir de la civilización humana desde la más remota antigüedad. Sin embargo, los esfuerzos más rigurosos y continuados para definir dichos fenómenos y abordar los retos que plantean tuvieron lugar durante la segunda mitad del siglo xx. La complejidad –entendida fundamentalmente como la dificultad para comprender y reproducir con precisión la dinámica de los sistemas complejos– y la incertidumbre –traducida sucintamente como la incapacidad para prever con precisión el futuro– han sido y continúan siendo dos conceptos intrínsecamente unidos que se retroalimentan entre sí. Por un lado, un sistema complejo suele estar sujeto a comportamientos inciertos, difíciles

de prever; y por otro lado, la incertidumbre del entorno en el que opera el sistema tiende a incrementar su complejidad evolutiva.

Ambos conceptos (complejidad e incertidumbre) son perfectamente trasladables a las ciudades actuales. Así, la complejidad es uno de los atributos característicos de la ciudad, ya que ésta puede asimilarse a un organismo complejo, fruto de la invención de las sociedades humanas y construido a partir de múltiples iniciativas singulares a lo largo del tiempo, con gran número de protagonistas y conexiones entre ellos. De igual modo, la incertidumbre es una constante propia de las ciudades actuales, que viene generada principalmente por un entorno complejo que envuelve y perturba la toma de decisiones sobre su futuro.

Por tanto, complejidad e incertidumbre son dos de los principales retos que afrontan las ciudades actuales. De hecho, estos retos han constituido una desventaja histórica para los urbanistas, ya que han dificultado de modo recurrente la formulación acertada de políticas urbanas y la predicción certera de los acontecimientos futuros. La complejidad de definir analíticamente los valores y modelos de comportamiento de la sociedad urbana, la multiplicidad de los sujetos implicados en la toma de decisiones públicas y la incertidumbre para prever los resultados de cada alternativa posible: todo ello ha complicado extraordinariamente la labor del urbanismo actual.

Frente a las dificultades que entrañan estos retos, suele surgir la tentación de abandonar la planificación urbana a largo plazo y volcarse, en cambio, en actuaciones a corto plazo. Sin embargo, los urbanistas no deberían rendirse a este corto plazo sin haberse esforzado por entender mejor ambos fenómenos mediante enfoques eminentemente creativos e integrales. Así, por una parte, el pensamiento sistémico puede ayudarnos a desentrañar la complejidad de las ciudades; y por otra parte, los estudios del futuro pueden ayudarnos a gestionar la incertidumbre. Dada la estrecha relación entre la complejidad y la incertidumbre, no sería mala idea desarrollar enfoques en los que se aúnen el pensamiento sistémico y los estudios del futuro, tal como se plantea en este libro.

Qué es y qué utilidad tiene el enfoque sistémico para las ciudades

Hoy en día está de moda hablar de la ciencia de la complejidad, tanto en los medios de comunicación como en los foros científicos. Esta ciencia surgió durante los años 1950 en los campos de la física, la biología, las matemáticas y la informática, y posteriormente encontró receptividad en las ciencias sociales. Este nuevo ámbito científico se apoya en la teoría de sistemas para estudiar diversos fenómenos complejos como son el clima, los ecosistemas naturales, la economía, los sistemas sociales o las ciudades. Estos

fenómenos se caracterizan por tener un número muy grande de elementos que mantienen una elevada cantidad de interacciones no lineales entre sí y que presentan una gran capacidad autoorganizativa para adaptarse a los cambios del entorno.

A la espera de desgranar con mayor detenimiento estos conceptos en capítulos posteriores, esta introducción suscita más preguntas que aclaraciones sobre la teoría de sistemas. Esta teoría, ¿es simplemente una abstracción de la realidad o se pueden esperar de ella aplicaciones concretas? ¿Es una teoría que funciona solamente a partir de certezas o también incorpora la incertidumbre en sus razonamientos? ¿En qué forma existen los sistemas en el mundo real de las ciudades? ¿Es aplicable la teoría de sistemas al urbanismo; y en caso afirmativo, qué clase de ventajas presenta? ¿Es una teoría restringida a las capacidades de los científicos o es lo suficientemente accesible para que los grupos de interés locales entiendan y apliquen sus principios?

A lo largo de este libro se intentará dar respuesta a estas y otras preguntas que puedan surgir sobre los enfoques sistémicos aplicados a las ciudades. Está claro que si se pudiese demostrar la utilidad de la teoría de sistemas para afrontar los retos de las ciudades actuales, nadie dudaría en realizar un esfuerzo continuado para lograr su aplicación efectiva. Sin embargo, todavía se está lejos de verificar su utilidad práctica. Este refrendo ocurrirá el día en que se puedan reconocer con precisión los problemas de la ciudad, modelizar con fiabilidad su realidad y anticipar sus dinámicas. Mientras tanto, habrá que conformarse con seguir investigando y ensayando los principios del pensamiento sistémico aplicado a las ciudades, con el ánimo de lograr resultados graduales que apoyen el desarrollo de aportaciones futuras.

Deriva profesional e intelectual del autor hacia el pensamiento sistémico

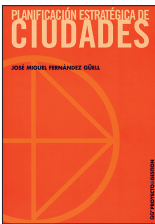
Mi aterrizaje en el ámbito del pensamiento sistémico ocurrió tras una larga peregrinación por otras áreas del conocimiento. Al final de mis estudios de arquitectura en la Universidad Politécnica de Madrid, se despertó en mí un gran interés hacia los conflictos y las oportunidades que se generaban en las ciudades. Este interés me empujó en 1981 a cursar estudios de urbanismo en la Universidad de Texas A&M, en los Estados Unidos, gracias a una beca Fulbright. La estancia en Texas me convenció de que en el urbanismo confluían un gran número de disciplinas que explicaban el fenómeno urbano desde perspectivas muy diferentes. Allí me percaté de que los retos urbanos desbordaban la capacidad de los responsables de la planificación del espacio urbano y de que la construcción de una visión completa de la ciudad requería la participación de muchos especialistas.

Tras el regreso a mi país a finales de 1984, observé cómo la joven democracia española ponía en marcha una nueva generación de planes urbanísticos con una incipiente participación ciudadana. Esos planes estaban redactados por equipos multidisciplinarios, pero su liderazgo descansaba mayoritariamente en arquitectos urbanistas; es decir, se había abierto el espacio colaborativo a otros perfiles profesionales, pero en la práctica la ejecución del urbanismo seguía controlada por los planificadores del espacio urbano, que mantenían relaciones poco fluidas e incluso desconfiadas con otros sectores, como la economía y la empresa.

En 1988 me incorporé a una firma de consultoría norteamericana que pretendía lanzar un nuevo producto que había tenido buena aceptación en los Estados Unidos: la planificación estratégica de ciudades. Básicamente, este producto consistía en adaptar y aplicar a las ciudades los métodos de los planes estratégicos empresariales. Esta experiencia profesional reforzó mis intuiciones sobre las limitaciones de los enfoques estrictamente espaciales y la necesidad de abrir los procesos de planificación urbana a los diversos ‘grupos de interés’ (los llamados *stakeholders* en el mundo anglosajón). Fruto de esas inquietudes fue el libro titulado *Planificación estratégica de ciudades*, que tuvo una primera versión en 1997 y una segunda, ampliada, en 2006, en esta misma colección. Ambas versiones tuvieron una amplia difusión en España y América Latina.

Con el comienzo del siglo XXI, inicié una nueva andadura profesional y académica en el ámbito de la prospectiva. Mientras trabajaba en los planes estratégicos de ciudades, siempre me preocupó la formulación de visiones de futuro del modo más sistemático y riguroso posible, es decir, alejado de especulaciones poco fundamentadas. Por esta razón, creció mi interés por los estudios del futuro y comencé mi colaboración con el Observatorio de Prospectiva Tecnológica Industrial (OPTI). Allí experimenté con los beneficios de incorporar a los grupos de interés locales en los ejercicios de prospectiva, y comprobé que en la mayoría de las ocasiones esos participantes realizaban aportaciones muy enriquecedoras. Una vez más, se pusieron de manifiesto la complejidad de los retos que afrontaban las sociedades contemporáneas y la permanente incertidumbre a la hora de anticipar el futuro.

Tanto en mis trabajos de planificación estratégica como en los de prospectiva aparecía de modo recurrente el tema de la complejidad de los fenómenos urbanos. A comienzos del siglo XXI, se había puesto de moda entre los urbanistas hacer constantes referencias a la complejidad de las ciudades como una de las barreras principales para lograr una comprensión precisa de las dinámicas urbanas. Se insistía en la necesidad de asimilar la ciudad a un sistema funcional complejo para así analizarla desde los principios del pensamiento complejo; sin embargo, apenas hubo casos reales



en los que se aplicase dicha teoría con cierto detalle. De hecho, la mayoría de las publicaciones sobre urbanismo trataban el tema de la complejidad mediante la opinión y la dialéctica, especulando simplemente sobre las bondades del enfoque sistémico, pero sin entrar realmente en materia.

Así, en torno al año 2016 comencé a investigar sobre la complejidad y la incertidumbre en la ciudad. A poco que empecé a indagar sobre los antecedentes generales del pensamiento sistémico, me di cuenta de que tenía ante mí una tarea que desbordaba con creces mis capacidades y energías. La tarea se complicaba aún más debido a la escasa documentación existente sobre las intermitentes retroalimentaciones entre el urbanismo y las ciencias de la complejidad. Llegado a este punto, consideré que mi humilde contribución al mundo sistémico urbano sería desarrollar un instrumento conceptual lo suficientemente amigable como para permitir a los urbanistas trabajar de manera colaborativa con diversos grupos de interés locales, los cuales, aun desconociendo los principios de los sistemas complejos, podían ofrecer visiones integradoras de los fenómenos urbanos. En suma, a principios de 2020, aprovechando el confinamiento general que se produjo a raíz de la primera oleada de la COVID-19, comencé a escribir el presente libro.

Objetivos

Los principales objetivos que se plantea este libro son tres. En primer lugar, destaca el deseo de exponer de la manera más divulgativa posible, pero sin excluir la evaluación crítica, la evolución histórica tanto del pensamiento sistémico como de los estudios del futuro. Desde las iniciativas pioneras que tuvieron lugar en el ámbito de las ciudades en los años 1960 y 1970, se han producido sucesivas crisis y resurrecciones que mantienen el interés por estas materias entre los profesionales del urbanismo. A la hora de repasar estos recorridos históricos, se han agrupado los principales hechos y contribuciones en grandes periodos temporales, ya que de esta manera el análisis es más rico que una narración estructurada en torno a una simple escala lineal temporal. Esto ha permitido esbozar esquemas en los que se aventuran los posibles flujos y conexiones entre escuelas de ideas a lo largo del tiempo. No obstante, estos esfuerzos de síntesis tienen un valor relativo, ya que la historia del conocimiento no suele atender a rígidos compartimentos históricos ni al encasillamiento en escuelas predeterminadas. Así, a lo largo del libro se observa cómo algunos protagonistas de esta historia transitan con naturalidad de un periodo a otro e, incluso, de una escuela de pensamiento a otra.

Un segundo objetivo explícito del libro es plantear y presentar un modelo conceptual que explique el funcionamiento sistémico

de la ciudad, para lo que se ha huido de los modelos cuantitativos repletos de algoritmos matemáticos. Qué duda cabe que esta parte propositiva invita tanto a una crítica frontal como a un debate que genere modificaciones, complementos de mejora y nuevos avances sobre dicho modelo. Una de las críticas más claras que se puede hacer de entrada al modelo conceptual aquí propuesto es su excesiva generalidad y simplicidad a la hora de plasmar la complejidad inherente a las ciudades actuales. Sin negar la legitimidad de esta objeción, hay que recordar que el propósito central del modelo es ofrecer una conceptualización sistémica que sea comprensible a la inmensa mayoría de los grupos de interés que intervienen en los procesos urbanos. El fin del modelo no es reproducir con precisión matemática las dinámicas urbanas, sino proporcionar un instrumento de trabajo o de juego –según se conciba– que permita esbozar con facilidad las situaciones cambiantes que experimenta la ciudad, así como determinar las implicaciones más relevantes de los cambios en sus sistemas funcionales.

El tercer objetivo del libro es acercar el pensamiento sistémico al mayor número de profesionales, estudiosos, alumnos y participantes urbanos con el afán de informarles y concienciarles de la utilidad de afrontar los retos urbanos con mentalidad sistémica. Aunque esta obra se ha concebido en el ámbito académico, no tiene pretensiones de tratado científico, cerrado y categórico, sino que más bien se trata de un documento exploratorio e inquisitivo, en el que se vuelcan múltiples reflexiones con ánimo esencialmente divulgativo. En este sentido, se ha realizado un esfuerzo por utilizar de manera coherente la terminología sistémica para analizar y debatir los conceptos centrales aquí tratados. En determinados contextos, la traslación de los conceptos sistémicos al urbanismo podría ser problemática, en cuyo caso deberán someterse a revisiones y falsaciones en el sentido más literal de la palabra.

Organización

El libro está organizado en dos grandes partes: una divulgativa y otra propositiva, las cuales, a su vez, se desglosan en varios capítulos. La primera parte consta de tres capítulos y está dedicada a revisar las principales aportaciones realizadas al pensamiento sistémico y a los estudios del futuro, tanto a nivel general como en el ámbito urbano.

En el primer capítulo se evalúan críticamente las principales contribuciones históricas que se han realizado al pensamiento sistémico general. Previamente se mencionan algunas aportaciones procedentes de la filosofía, para centrarse posteriormente en las contribuciones científicas a partir de la finalización de la II Guerra Mundial. Este capítulo concluye con la descripción y definición de lo que se entiende por ‘sistema complejo’.

En el segundo capítulo se hace un repaso histórico, desde los años 1950, a las contribuciones más relevantes en los estudios del futuro. Aparte de ese itinerario histórico, se lleva a cabo un recorrido más conciso sobre las aplicaciones que los principales instrumentos de prospectiva han tenido en las ciencias sociales. Finalmente, se desvelan las oportunidades que ofrecen los estudios del futuro para acotar y manejar la sempiterna incertidumbre que afecta a las dinámicas sociales.

El tercer capítulo aborda la aplicación al urbanismo del pensamiento complejo y los estudios del futuro. Tras un breve repaso de las contribuciones precursoras de finales del siglo XIX y la primera mitad del siglo XX, se hace un recorrido por las aportaciones más notables desde los años 1960 hasta la primera década del siglo XXI. Esos cincuenta años de andadura sistémica y prospectiva urbana han sido documentados de manera irregular y con escasa profundidad por parte de la bibliografía científica. Así pues, sigue habiendo una deuda que en algún momento deberá ser saldada por investigaciones más rigurosas y completas.

La segunda parte del libro tiene un carácter eminentemente propositivo. En ella se analiza la utilidad de los modelos conceptuales para abordar e interpretar los sistemas complejos, concretamente las ciudades. Tras esta primera aproximación teórica, se configura y se presenta en detalle el modelo conceptual de un sistema funcional urbano.

En el cuarto capítulo se propone un nuevo modelo conceptual para describir con cierto nivel de detalle el funcionamiento sistémico de la ciudad actual. La propuesta va precedida por una reflexión sobre lo que pueden o no aportar los modelos conceptuales con respecto a los modelos cuantitativos. Acto seguido se presenta el modelo conceptual propuesto, del que se muestran las utilidades que puede ofrecer a los analistas urbanos y a los grupos de interés locales implicados. Esta presentación no alcanza a plantear la modelización cuantitativa de los diferentes subsistemas urbanos, aunque se sugiere la posible migración hacia modelos matemáticos, pasando antes por modelos ontológicos.

El quinto capítulo ofrece varios ejemplos de la aplicación práctica del modelo conceptual. En primer lugar, se presenta un ejercicio sobre la evolución temporal de las ciudades españolas, en el que se muestran las posibilidades de aunar el modelo conceptual sistémico con instrumentos de prospectiva. En segundo lugar, se aplica el modelo conceptual a tres tipos urbanos: la metrópolis, la ciudad intermedia y la ciudad turística. Y en tercer lugar, se emplea el caso de Airbnb para analizar el impacto de las dinámicas socioeconómicas en la ciudad. El capítulo concluye con una evaluación crítica del modelo propuesto.

Por último, el capítulo sexto estudia tres ámbitos para la implantación efectiva de los modelos sistémicos. Uno se refiere al de-

sarrollo de un nuevo enfoque del urbanismo, para lo que se toman en consideración los principios sistémicos que guían las dinámicas urbanas. Otro ámbito alude al establecimiento de modelos innovadores de gobernanza urbana que incorporen suficiente flexibilidad en sus estructuras organizativas y procesos participativos como para actuar con una óptica sistémica. La tercera vía reflexiona sobre la dirección que debería seguir la enseñanza del urbanismo para inculcar y desarrollar los principios del pensamiento sistémico.

El libro se cierra con una conclusión en la que se exponen las inevitables limitaciones de la obra, dado que la temática tratada resulta abrumadora para cualquier investigador urbano. No obstante, se aconseja persistir en el estudio de la complejidad y la incertidumbre propias de las ciudades, y mantener intercambios cruzados con otras disciplinas que llevan más tiempo en la práctica del pensamiento sistémico. Quizás una de las principales contribuciones que pueden hacer los urbanistas a este campo del conocimiento sea desarrollar procesos colaborativos con los grupos de interés locales para entender mejor los fenómenos sistémicos que caracterizan a las ciudades.

El pensamiento sistémico

Se ha querido ver en la complejidad un obstáculo interpuesto por la naturaleza para proteger el secreto de sus leyes, un obstáculo con la sola misión de sugerir diferencias entre sistemas iguales, varios fenómenos donde sólo hay uno, o ciertos forzados modelos allí donde reina una única ley natural.

Jorge Wagensberg, físico español, 1985.

Hoy en día está de moda hablar, tanto en los medios de comunicación generales como en los circuitos científicos, de la ‘ciencia de la complejidad’ como la que estudia diversos fenómenos complejos, como son el clima, los ecosistemas naturales, la economía, los sistemas sociales y, cómo no, las ciudades. Esta ciencia surgió principalmente de estudios realizados en las áreas de la física, la biología, las matemáticas y la informática durante los años 1950 y posteriormente encontró una receptividad creciente en otras áreas del conocimiento, concretamente en las ciencias sociales. Pese a su popularidad, resulta bastante difícil entender la amplitud y profundidad del concepto de ‘complejidad’, así como percibir las implicaciones que tiene su aplicación para desentrañar el funcionamiento de los sistemas complejos, como es el caso de las ciudades. En gran medida, esta dificultad se debe a la falta de consenso para definir con precisión qué se entiende con el término ‘complejidad’, y al enorme dinamismo de las diversas ciencias e innovaciones que alimentan ese concepto.

Con el fin de facilitar la comprensión de los conceptos ‘complejidad’, ‘sistema complejo’ y ‘pensamiento sistémico’, en este capítulo se va a proceder paulatinamente con la exposición del tema. En primer lugar, se hará un recorrido muy abreviado y casi anecdótico de las contribuciones de la filosofía al pensamiento sistémico. Luego se entrará de lleno en el recorrido histórico de esa modalidad de pensamiento, para lo que transitaremos desde los años 1940 hasta los albores del siglo XXI. Por último, se expondrá una aproximación muy sintética al concepto de ‘complejidad’ para que sirva como navegador de referencia a lo largo de los siguientes capítulos.

Contribuciones precursoras desde la filosofía

Aunque en el pasado lejano los hombres que se dedicaron a la ciencia y la filosofía no conocieron y practicaron el pensamiento

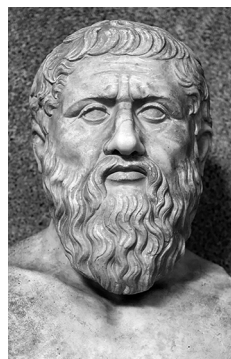
sistémico tal como lo entendemos hoy en día, sí que se interesaron por las complejas relaciones que observaban en la naturaleza y en las sociedades humanas, e igualmente trataron de interpretarlas y racionalizarlas con modelos teóricos y filosóficos. De hecho, nuestra manera actual de explicar el concepto de complejidad y de exponer el pensamiento sistémico se apoya en numerosas contribuciones y reflexiones que se remontan a la Antigüedad y que continuaron produciéndose de manera ininterrumpida hasta bien entrado el siglo XX. Así, podemos afirmar que los conceptos ‘complejidad’ y ‘sistema’ tienen una larga historia.

Lecturas pausadas desde nuestra visión contemporánea nos desvelan las inquietudes de los filósofos del pasado relativas al concepto que hoy denominamos ‘complejidad’. No obstante, debemos reconocer que la mayoría de las contribuciones procedentes de la filosofía suelen ser indirectas o colaterales al pensamiento sistémico.¹ Estas contribuciones suelen provenir del ámbito de la ontología (parte de la metafísica que estudia el ser y especula sobre sus comportamientos) y se expresan en unos términos que nos resultan familiares y nos generan complicidades intelectuales con los pensadores del pasado. Si aceptamos incurrir en ciertas licencias interpretativas sobre algunas afirmaciones de los grandes pensadores, podemos pasar un buen rato especulando sobre cuál habría sido su posición figurada dentro del movimiento sistémico contemporáneo. En suma, se trata de un simple juego en el cual vamos a desvelar algunas convergencias o divergencias entre las reflexiones filosóficas del pasado y las propuestas sistémicas del presente.

Primeras reflexiones sistémicas en la Antigüedad

Arrancamos nuestra breve andadura filosófica en la Antigüedad con Heráclito de Éfeso (540-480 a. C.). Este filósofo presocrático fue un pensador oscuro y solitario que hablaba mediante símbolos, metáforas y señales para alcanzar la verdad absoluta. Una de las contribuciones de Heráclito que más nos interesa desde el punto de vista sistémico es la relativa al ‘devenir perenne’, sobre el que expone sus conocidas citas: «todas las cosas se mueven y ninguna permanece inmóvil», «no puedes sumergirte dos veces en el mismo río» y «si uno no espera lo inesperado, no lo encontrará».² Estas ideas van a conectar directamente al filósofo de Éfeso con la teoría de dinámica de sistemas y la condición de imprevisibilidad de los sistemas complejos.

Seguimos con Platón (428-347 a. C.), un pensador idealista y bastante dogmático, tal como refleja su ontología y su filosofía política. En su *Teoría de las ideas*, el filósofo estableció que hay dos mundos diferentes y separados entre sí: el mundo de las ideas y el mundo sensible.³ El primero de ellos corresponde al ámbito de la razón, donde se hallan los modelos perfectos e inmutables,

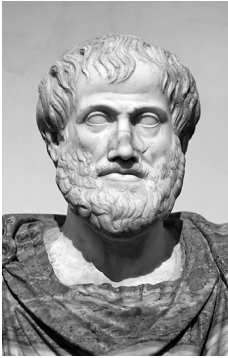


Platón.

1. Véase Salvador Páiker, “Pensar la complejidad” (diario *El País*, Madrid, 18 de noviembre de 2007).

2. Véase Sandro Palazzo, *Heráclito y Parménides: el uno y lo múltiple* (Barcelona: Batacafo, 2016).

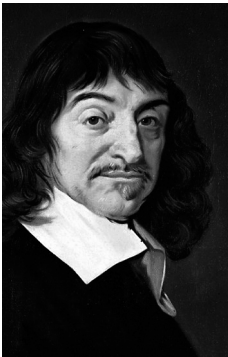
3. Véase Eduardo Acín, *Platón: la verdad está en otra parte* (Barcelona: Batacafo, 2015).



Aristóteles.

mientras que el segundo se circunscribe a la experiencia sensible donde todo fluye porque los modelos son imperfectos. Platón negaba que el conocimiento se obtuviese a través de los sentidos; afirmaba, en cambio, que sí se obtenía a través de la razón. En cuanto a sus escritos políticos, el filósofo proponía una sociedad ideal y elitista, regida por un orden social jerárquicamente estricto en el cual no se consideraban procesos evolutivos no deseados, ya que eran una fuente de relativismo e incertidumbre. Dados sus planteamientos utópicos muy cerrados, no nos imaginamos al filósofo aceptando la imprecisión y la incertidumbre propias de los sistemas complejos que abundan en el mundo real.

Tras Platón, nos interesa detenernos en Aristóteles (384-322 a. C.), un pensador más pragmático que propugnaba la observación de pruebas para generar conocimiento con la ayuda de la lógica y así construir el corpus científico. Por tanto, Aristóteles no coincidía con la *Teoría de las ideas* de Platón, ya que su espíritu científico le inclinaba a manifestar que la realidad está presente en las cosas que observamos cotidianamente.⁴ Para el filósofo, lo real son los objetos concretos que nos rodean y que podemos identificar y nombrar. Por otra parte, en su *Metafísica*, Aristóteles afirma que «el todo es algo más que las partes y no sólo la suma de ellas», y que «cada objeto individual está compuesto de forma y materia, pero que la forma no puede existir sin la materia ni la materia sin la forma».⁵ De esta suerte, interpretamos que Aristóteles ya realizó una diferencia ontológica entre las partes y el todo, por lo que podemos considerarlo uno de los precursores del pensamiento sistémico. Es probable que el filósofo se situaría hoy en día como defensor de los enfoques holísticos.



René Descartes.

Racionalismo, empirismo y marxismo

Dando un salto al siglo XVII, nos adentramos en el ámbito de los filósofos racionalistas, los cuales trataron de concebir un universo capaz de funcionar como una máquina determinista perfecta basada en la lógica de las matemáticas. En primer lugar, dirijamos nuestra atención a René Descartes (1596-1650), pensador francés que puso los cimientos del pensamiento científico occidental y que lo condicionó hasta bien entrado el siglo XIX. En 1637, Descartes publicó el *Discurso del método*, obra crucial que supuso la matematización de la razón y marcó el enfoque científico de la escuela racionalista para los años siguientes.⁶ El método cartesiano se fundamentaba en cuatro preceptos entre los cuales destacamos dos por sus implicaciones obvias con el tema central de este libro: «dividir cada problema analizado en tantas partes como se pueda y sean necesarias para su comprensión y resolución» y «comenzar el estudio de todo fenómeno por los objetos más simples y fáciles de conocer, y ascender poco a poco en la escala de dificultad, estudiando objetos más complejos». Debido a su carácter eminente-

4. Véase P. Ruiz Trujillo, *Aristóteles: de la potencia al acto* (Barcelona: Batiscafo, 2015).

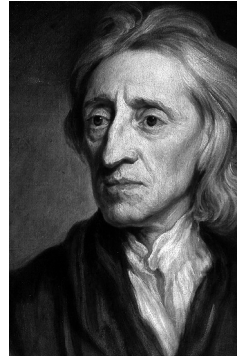
5. Véase Aristóteles, *Metafísica* (edición de Valentín García Yebra; Madrid: Gredos, 2018).

6. Véase Jaume Xiol, *Descartes: un filósofo más allá de toda duda* (Barcelona: Batiscafo, 2015).

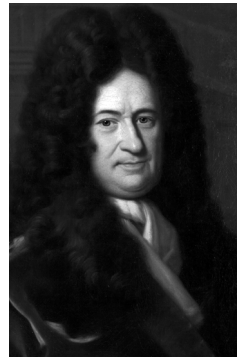
temente determinista y mecanicista, los preceptos cartesianos dificultaron durante mucho tiempo la interpretación de la naturaleza dinámica e imprevisible de los sistemas complejos. Es probable que hoy en día Descartes se hubiera encontrado más cómodo desarrollando modelos cibernéticos que estudiando sistemas complejos adaptativos.

Sin lugar a dudas, el *alter ego* de Descartes fue el inglés John Locke (1632-1704), uno de los filósofos más respetados de todos los tiempos. Frente al racionalismo deductivo fundamentado en la razón, Locke abrió una nueva senda filosófica inductiva: el empirismo, caracterizado por basar todo el conocimiento en la experiencia y la observación. Sin negar el interés de las diatribas entre racionalistas y empiristas, a los buscadores de referencias sistémicas nos llama la atención la reflexión de Locke sobre ideas simples y complejas.⁷ Para el filósofo inglés, las ideas simples son las que se registran en la mente de manera pasiva a partir de la experiencia, y así constituyen el material bruto del conocimiento. En cuanto a las ideas complejas, son todas las que la mente forma por combinación de ideas simples. Lo importante es que el ser humano no está limitado a las facultades de observación de ideas simples, sino que tiene la facultad activa y creativa de formar ideas complejas. Por tanto, en nuestra relación habitual con el mundo que nos rodea, percibimos relaciones y sustancias que suelen presentarse de manera simultánea y compleja. Ante la imposibilidad de hablar con el filósofo, deducimos de sus escritos que Locke era perfectamente consciente del nivel de complejidad del entorno en el que vivía, y que, de vivir en nuestros días, habría participado activamente en el pensamiento sistémico.

Otro filósofo interesante desde nuestra óptica sistémica es el alemán Gottfried Leibniz (1646-1716), que aproximó el método de la filosofía a las matemáticas y también intentó conciliar el racionalismo y el empirismo. Este pensador alemán fue un decidido defensor de la pluralidad y la interdisciplinariedad, ya que todos los saberes fueron objeto de su curiosidad.⁸ Leibniz desarrolló un sistema de pensamiento similar a una red, donde todo estaba en conexión con todo, pero conservaba su propia idiosincrasia en el entramado. Para Leibniz, el método analítico era aquel capaz de descomponer los conceptos en sus definiciones más simples, para mostrar la conexión entre los términos de la proposición; de esta manera, en las proposiciones complejas se analizaban los términos complejos hasta descomponerlos en términos simples. Además, cuando establecía sus principios éticos y políticos, Leibniz defendía la diversidad, la complejidad y la heterogeneidad humanas con el fin de instaurar la justicia universal. Por todo ello, entendemos que el pensador alemán reconocía de modo incipiente los sistemas complejos, aunque seguía acudiendo al reduccionismo para estudiar por separado las partes que componían el todo.



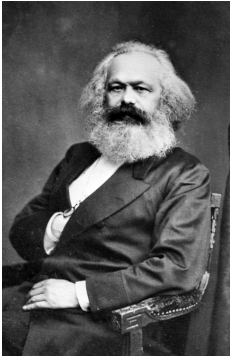
John Locke.



Gottfried Leibniz.

7. Véase Sergi Aguilar, *Locke: la mente es una tabula rasa* (Barcelona: Bastiscafo, 2015).

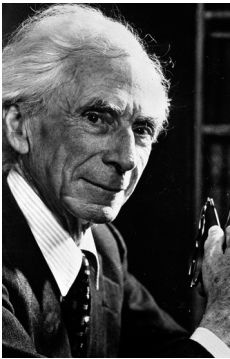
8. Véase Concha Roldán Panadero, *Leibniz: en el mejor de los mundos posibles* (Barcelona: Batiscafo, 2015).



Karl Marx.



Edmund Husserl



Bertrand Russell.

Es muy posible que Leibniz intuyese que el todo no era la suma de las partes, sino algo diferente.

Al transitar por el siglo XIX, resulta irresistible no aventurar la posible postura sistémica del filósofo y sociólogo alemán Karl Marx (1818-1883). Marx manifestó que la contradicción más genérica del capitalismo era la existente entre la racionalidad técnica que dominaba en el interior de cada una de las partes del sistema, y el desorden, la falta de racionalidad en la totalidad del sistema, que debía estar abierto, sin fines fijos, sin plan global.⁹ Si admitimos que el modelo capitalista en puridad constituye un claro exponente de sistema complejo adaptativo, podemos especular sobre si hoy en día Marx nutriría las filas del pensamiento reduccionista, ya que pretendía controlar lo incontrolable, es decir, la dinámica capitalista, o bien si simplemente mostraría su perplejidad ante el aparente desorden y la falta de racionalidad del sistema capitalista. De hecho, la tesis y la antítesis, tan presentes en la dialéctica de Marx, pueden ser un buen ejemplo de lo que hoy conocemos como ‘autorregulación cibernética’.¹⁰

El siglo XX

Las primeras décadas del siglo XX estuvieron muy influidas por el pensamiento del filósofo y matemático alemán Edmund Husserl (1859-1938), fundador de la teoría de la fenomenología trascendental. Entre los diversos conceptos y tesis que alimentan esta teoría, hay una cuestión que nos resulta de particular interés. Husserl concibió la fenomenología como una ciencia que estudiaba las estructuras esenciales de las vivencias y los objetos intencionales. Según esta teoría, los sistemas complejos podrían describirse y estructurarse según las vivencias fenomenológicas concretas de un individuo o de un grupo social. Esta reflexión de Husserl nos lleva a especular sobre la existencia de percepciones diferentes con respecto a una determinada realidad compleja según el tipo de observador consultado, tal como postula hoy en día la geografía cognitiva.

Siguiendo con nuestro apresurado paseo filosófico, llegamos al pensador británico Bertrand Russell (1872-1970), que propuso reconstruir el conocimiento humano analizando los fenómenos complejos en sus partes y sus relaciones. Como buen deudor de la escuela empirista anglosajona, Russell formuló un proceso de análisis que seguía dos direcciones. Por un lado, examinaba los objetos de escala media y los mostraba como configuraciones de objetos y relaciones más simples, en un proceso interminable de descenso de lo complejo a lo simple. Por otro lado, perseguía las configuraciones progresivamente más complejas desde los objetos de nuestro entorno inmediato, en un viaje en el que nadie podía establecer *a priori* cuál era el último estrato de complejidad.¹¹ Según nuestro juego, Russell podría catalogarse como un reduc-

9. Véase José Manuel Bermudo Ávila, *Marx: del ágora al mercado* (Barcelona: Basticafo, 2015).

10. Véase Pániker, “Pensar la complejidad”, ya citado.

11. Véase Fernando Broncano, *Russell: conocimiento y felicidad* (Barcelona: Basticafo, 2015).

cionista convencido, ya que afirmaba poder inferir la estructura de un sistema complejo a partir del entendimiento de sus partes.

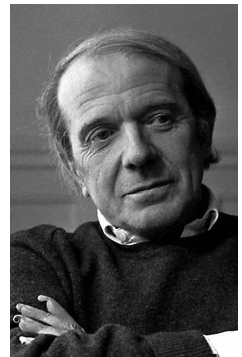
A continuación, dirigimos nuestra atención al filósofo alemán Theodor Adorno (1903-1969), uno de los máximos representantes de la Escuela de Fráncfurt y de la teoría crítica. Nos interesa Adorno porque realizó una serie de reflexiones sobre la necesidad de percibir la realidad de manera fragmentada. Asumiendo la fragmentariedad de lo real, este pensador negó que todos los ámbitos de la realidad pudiesen analizarse y colocarse en una posición precisa en relación con cualquier otra actividad. Si todo queda reducido a fragmentos, el único denominador que puede recoger y, por tanto, comprender los pedazos de lo real es, precisamente, esa misma fragmentariedad. Por tanto, hay que empezar a pensar por fragmentos, sin pretender que se posee la solución idónea y al alcance de la mano. Con su dialéctica negativa, Adorno declaró que la comprensión del mundo no tenía en ningún momento la presunción de concebirse como forma cerrada.¹² De estos breves extractos podemos aventurar que Adorno reconocería la existencia de la complejidad en nuestro mundo, pero manifestaría la imposibilidad de llegar a comprenderla e interpretarla con una visión unificada.

Aunque la lista de contribuciones podría ser mucho más extensa, acabamos nuestra corta travesía con el filósofo francés Gilles Deleuze (1925-1995), perteneciente a la escuela posestructuralista, en la que también se encuadraban pensadores como Roland Barthes, Jacques Derrida o Michel Foucault. Para el pensamiento de Deleuze resultan vitales los conceptos de flujo, creación y movimiento, sobre los cuales desarrollar sus ideas sobre irrupción (*émergence*) e inmanencia. Asimismo, se refiere a la importancia del poder para transformar redes o bien para impulsar la génesis de nuevas potencialidades o procesos estructuradores. Esta línea de pensamiento ha llamado la atención de los planificadores estratégicos, que ven en los enfoques posestructuralistas posibles respuestas a sus preguntas:¹³ ¿cómo puede actuar la planificación en un entorno dominado por la incertidumbre?, ¿cómo podemos planificar en situaciones de gran fluidez y complejidad? Interesante punto final a nuestro breve itinerario filosófico.

Evidentemente, el catálogo de pensadores eminentes no se circunscribe a este escuálido listado, ni tampoco el juego interpretativo debe limitarse a estas sucintas especulaciones. No obstante, estos párrafos nos ayudan a comprender por qué los pensadores sistémicos de nuestro tiempo son deudores de reflexiones filosóficas embebidas en la historia. Nuestro propósito es que estas reflexiones sobre los entes complejos desde la filosofía preparen el camino a aquellas contribuciones científicas de mayor calado que se desarrollaron extensamente en la segunda mitad del siglo XX. Será entonces cuando quede patente la necesidad de un pensamiento sistémico.



Theodor Adorno.



Gilles Deleuze.

12. Véase Mario Farina, *Adorno: teoría crítica y pensamiento negativo* (Barcelona: Batiscafo, 2016).

13. Véase Balducci, A.; Boelens, L.; Hillier, J.; Nyseth, T.; Wilkinson, C. "Introduction: strategic spatial planning in uncertainty: theory and exploratory practice" (*Town Planning Review* (Liverpool), volumen 82, 5, 2011, páginas 481-502).

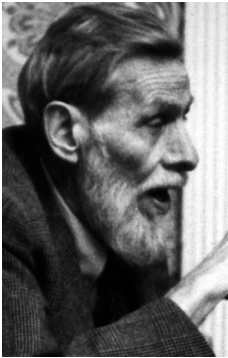
La fundación: años 1940 y 1950

No resulta fácil discernir con precisión los orígenes del pensamiento sistémico contemporáneo. Como hemos visto en el epígrafe anterior, hubo numerosas y heterogéneas contribuciones desde el lado de la filosofía, las cuales, de modo intermitente y poco estructurado, iban exponiendo la idea de la complejidad y la necesidad de entender los fenómenos vitales y sociales de manera integrada. De igual modo, las contribuciones previas al siglo xx procedentes de la física, la química, la biología o las matemáticas fueron muy valiosas, pero no apuntaron claramente a la formación de esa nueva disciplina que hoy conocemos como ‘ciencias de la complejidad’ o ‘pensamiento sistémico’.

Las conferencias Macy, el nacimiento de una disciplina

Casi todas las referencias académicas apuntan a que esta nueva disciplina comenzó a formarse justo después de la II Guerra Mundial y a ganar progresiva notoriedad en los años 1950. Y entonces, gracias a un selecto conjunto de contribuciones científicas y a la confluencia de inquietudes desde diversos campos de conocimiento, fue cuando se pusieron los fundamentos teóricos y se desarrollaron las técnicas que propiciaron avances ulteriores en las ciencias de la complejidad.

Warren McCulloch.



John von Neumann.



Como ya anticipamos en la introducción, las diez Conferencias Macy sobre cibernética, celebradas entre 1946 y 1953, se consideran la iniciativa precursora del movimiento sistémico. Patrocinadas por la Macy Foundation y dirigidas por el neurólogo estadounidense Warren McCulloch (1898-1969), estas conferencias tuvieron como objetivo principal sentar las bases de una ciencia general del funcionamiento de la mente humana mediante la comunicación entre diversas disciplinas científicas y siempre buscando restaurar la unidad de la ciencia. En la práctica, las Conferencias Macy se convirtieron en un foro científico interdisciplinar de primerísimo nivel para discutir propuestas teóricas y desarrollos prácticos relacionados con los sistemas, la cibernética y la ciencia cognitiva. Así, estos encuentros fueron determinantes para difundir la teoría de la comunicación y exponer la relación conjunta entre los conceptos de observador, retroalimentación, sistemas de caja negra y redes neuronales. Lamentablemente, no se hicieron grabaciones de los debates Macy, por lo que sólo nos han llegado referencias de algunos de sus participantes.

John von Neumann, pionero de la inteligencia artificial

Al tiempo que se celebraban las Conferencias Macy, un grupo destacado de científicos hicieron una serie de contribuciones trascendentales para fijar los fundamentos del pensamiento sistémico. Comencemos por John von Neumann (1903-1957), matemático

húngaro nacionalizado estadounidense, que participó en el Proyecto Manhattan, en el que se desarrolló la bomba atómica. Neumann realizó contribuciones fundamentales en ámbitos del conocimiento tan variados como física cuántica, el análisis funcional, la teoría de conjuntos, la teoría de juegos, las ciencias de la computación, el análisis numérico o la cibernética. Quizá su obra más conocida sea *Theory of games and economic behavior*, publicada en 1944 junto con Oskar Morgenstern, en la que se analizaba el comportamiento de los jugadores que trataban de obtener ganancias máximas y pérdidas mínimas mediante estrategias dirigidas contra el otro jugador.¹⁴

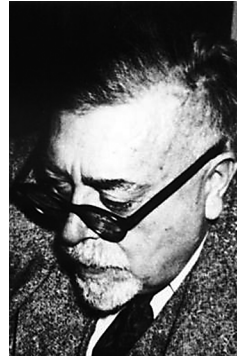
Aquí nos interesa destacar el trabajo de Von Neumann a finales de los años 1940 sobre inteligencia artificial, concretamente sobre autómatas autorreproducibles. En pocas palabras, un ‘sistema autorreproducible’, ya sea natural o artificial, debe desempeñar dos papeles fundamentales: por un lado, tiene que servir como un algoritmo que puede ejecutarse durante la génesis de su descendiente; por otro lado, debe servir como un conjunto de datos descriptivos que pueden duplicarse y transmitirse al descendiente. A partir de estos principios, Von Neumann desarrolló los primeros ejemplos de autómatas autorreproducibles, recogidos en su trabajo póstumo *Theory of self-reproducing automata* (1966),¹⁵ y que darían pie a investigaciones posteriores sobre autómatas celulares en los años 1970 y 1980.

Norbert Wiener, divulgador de la cibernética

Coetáneo destacable de Von Neumann fue el matemático estadounidense Norbert Wiener (1894-1964), que en 1948 publicó *Cybernetics*, un libro que rápidamente alcanzó una amplia popularidad entre científicos y tecnólogos.¹⁶ En esta obra, Wiener propuso una nueva disciplina denominada ‘cibernética’, que era fruto de los recientes adelantos en las computadoras, la teoría de la información y las máquinas autorreguladas (véase el cuadro 1.1). La cibernética apareció como una teoría de control de sistemas basada, por un lado, en la comunicación entre el sistema y el medio circundante y, por otro, en el control operativo del propio sistema con respecto al medio. Wiener llevó los conceptos de la cibernética mucho más allá del campo de la tecnología, y su uso se generalizó en los ámbitos biológico y social. Según el autor, la cibernética inauguraba la Segunda Revolución Industrial.

Warren Weaver, introductor del concepto de complejidad

Otra figura de referencia es el también matemático estadounidense Warren Weaver (1894-1978), cuyo célebre artículo “Science and complexity” (1948) supuso la introducción al fenómeno de la complejidad.¹⁷ Gracias a su gran capacidad divulgativa, Weaver introdujo dicho concepto mediante la distinción de tres tipos



Norbert Wiener.



Warren Weaver.

14. John von Neumann y Oskar Morgenstern, *Theory of games and economic behavior* (Princeton: Princeton University Press, 1944).

15. John von Neumann, *Theory of self-reproducing automata* (Urbana: University of Illinois Press, 1966).

16. Norbert Wiener, *Cybernetics* (Nueva York, Wiley, 1948); versión española: *Cibernética* (Madrid: Guadiana de Publicaciones, 1971).

17. Warren Weaver, “Science and complexity” (*American Scientist*, número 36, 1948, páginas 536-544).

Qué es la cibernética¹⁸

Cuadro I.I.

Aunque se venía desarrollando desde comienzos de los años 1940, la teoría de la cibernética fue expuesta oficialmente por primera vez en 1948 por el matemático Norbert Wiener. En aquellos años se estaban estudiando los sistemas de comunicación y de regulación automática de los seres vivos y su posible aplicación a unos sistemas electrónicos y mecánicos que pudieran reproducir esos comportamientos. Así surgió la cibernética como teoría de los mecanismos de autocontrol y de los sistemas equilibrantes.

En términos sencillos, la cibernética puede definirse como la ciencia que trata de sustituir al operador humano por un operador artificial, con el fin de ejecutar una tarea, física o mental, previamente programada. En términos más académicos, la cibernética es la ciencia que estudia el control de sistemas mediante el uso de sensores y dispositivos que actúan sobre el funcionamiento del sistema, y regulan o cambian su funcionamiento. En el ámbito organizativo se considera la cibernética la ciencia de la organización efectiva, porque estudia los flujos de información que rodean un sistema y la forma en que esta información es utilizada por el sistema. En suma, la cibernética se configura como una ciencia interdisciplinar que está ligada tanto a la física como a los ordenadores, así como al estudio del cerebro.

El desarrollo de la cibernética se basa en tres supuestos: 1, considerar la realidad como un conjunto de sistemas; 2, suponer que las características o prestaciones de estos sistemas son mejorables; y 3, introducir mejoras en los sistemas para conseguir un funcionamiento autónomo. La cibernética se fundamenta en modelos que reciben acciones-estímulos junto con información, lo cual permite retroalimentar los modelos y así modificar sus dinámicas. De este modo, el bucle de realimentación del modelo está compuesto por acción e información

El modelo cibernético resulta sencillo, ya que con unos pocos conceptos clave consigue explicar o racionalizar cualquier sistema, lo que permite su utilización, en teoría, en cualquier campo de investigación. Pese a sus múltiples y fructíferas aplicaciones en el ámbito de la ingeniería, la cibernética no ha estado exenta de críticas. Concretamente se achaca al modelo cibernético que se limita a dar cuenta del funcionamiento de un sistema estable, que prescinde de toda consideración acerca de la génesis del sistema y de sus posibles cambios, y que no se ocupa de analizar las tensiones internas del sistema o las causas de ese funcionamiento que se limita a describir.

Como curiosidad, cabe mencionar que en su momento hubo posiciones políticas de izquierda que argumentaban que la cibernética se desarrolló en los Estados Unidos en plena Guerra Fría como una ideología contra las doctrinas marxistas. Según estas posiciones críticas, muchos teóricos de la cibernética trataron de descalificar las tesis sociohistóricas del marxismo relativas a la evolución de las sociedades mediante la aplicación de modelos cibernéticos a la resolu-

18. Véase: F. Matía y otros, *Teoría de sistemas*. (Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, 2006); A. Carreras Gargallo, 'Evolución y teoría de los sistemas', en *Actas II Congreso de la Sociedad Española de las Ciencias*, 1984.

ción de problemas sociales. Como resultado de estos planteamientos críticos, la cibernética se presentaba como una ideología reaccionaria, de carácter instrumentalista y controlador.

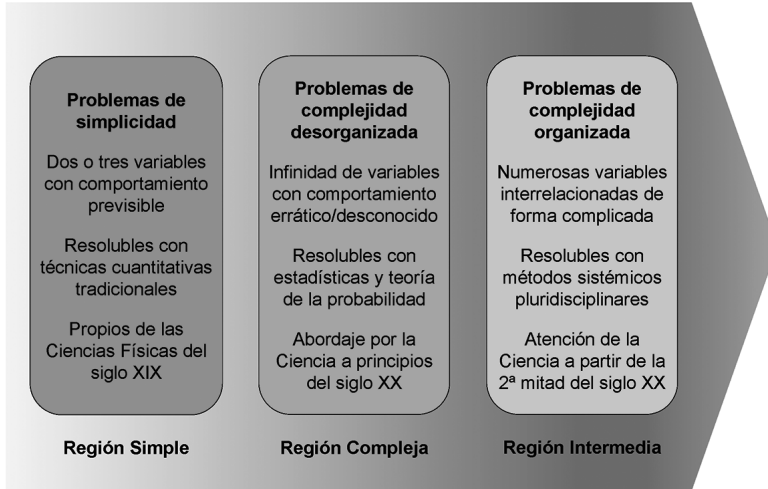
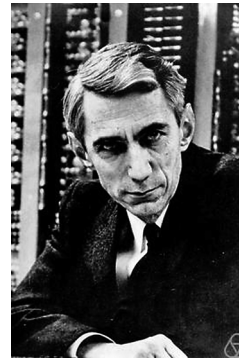


Figura 1.1.
Las tres regiones de los problemas científicos según Warren Weaver.

de problemas en el ámbito científico (figura 1.1). El primer tipo se refería a los *problemas de simplicidad*: los basados en dos o tres variables y que, por tanto, eran medibles, cuantificables y predecibles. El segundo tipo afectaba a los *problemas de complejidad desorganizada*: los que dependían de muchas variables individuales con comportamiento errático o incluso desconocido; para su estudio, estos problemas requerían el concurso de la teoría de probabilidad y las estadísticas, con las cuales se podía aproximar y prever el comportamiento conglomerado del conjunto de variables. El tercer tipo aludía a los *problemas de complejidad organizada*: los que ocupaban un campo intermedio entre los dos anteriores y que generalmente se observaban en las ciencias sociales; estos problemas eran demasiado complicados para analizarse con las técnicas cuantitativas tradicionales; en su lugar, había que desarrollar nuevos métodos analíticos de naturaleza pluridisciplinar en los que colaborasen expertos de diversas áreas del conocimiento. En otras palabras, habría que aplicar métodos propios del pensamiento sistémico.



Claude Shannon.

Claude Shannon, creador de la teoría de la información

Otra persona muy destacada en este periodo fue el matemático e ingeniero estadounidense Claude Shannon (1916-2001), que trabajó en los laboratorios Bell. En 1948, Shannon publicó “A mathematical theory of communication”,¹⁹ un artículo clave en el desarrollo de la teoría de la información, que se amplió posterior-

19. Claude Shannon, “A mathematical theory of communication” (*Bell System Technical Journal*, volumen 27, julio y octubre 1948, páginas 379-423 y 623-656).