

La ciudad y su planeación como un proceso científico

CLAUDIA ORTIZ
ULISES GUZMÁN

INTRODUCCIÓN

El presente capítulo explora la aproximación a la planeación urbana, a partir de la aparición del *zoning*, el instrumento de control económico y social cuyo uso ha predominado desde finales del siglo XIX hasta la actualidad, además de los avances recientes en desarrollo tecnológico y la proliferación de nuevas herramientas que permiten hacer más objetiva la toma de decisiones de carácter urbano. Mediante una revisión no exhaustiva de principios e implementaciones desde las ciencias de la complejidad, se muestra cómo los llamados de manera general Sistemas de Soporte a la Planeación o *Planning Support Systems* (PSS) pueden contribuir de manera significativa a mejorar los procesos de planeación urbana, así como diversos obstáculos que enfrenta para su incorporación a la toma de decisiones de política pública urbana.

LA ZONIFICACIÓN O ZONING: PLANIFICANDO PARA EL “BIENESTAR” Y EL “ORDEN PÚBLICO”

De acuerdo con Mancuso (1978), el *zoning* se establece por primera vez como principio jurídico de la ciudad para regular actividades y usos en California, EEUU, a partir de su implementación en la pequeña ciudad de Modesto en 1885. La ciudad fue dividida en dos zonas. En la zona central se prohibirían las lavanderías, debiendo ser eliminadas incluso las ya existentes pues su actividad era considerada “...peligrosa y dañina para la salud y la seguridad públicas, y perjudicial para el bienestar y el confort de la comunidad, y disminuye el valor de la propiedad en los barrios en que tales lavanderías están ubicadas...” (p. 10).

Pero, ¿realmente las lavanderías eran tan peligrosas? ¿Qué había realmente detrás de esta ordenanza? Probablemente, lo que motivó tales legislaciones fue la intromisión de los chinos en los negocios locales, el manejo de algunas actividades económicas, y la ocupación de edificios y áreas centrales, entre otros asuntos. La administración municipal de Modesto decide entonces actuar sobre las actividades que ellos realizan y los espacios que ocupan, en vez de hacerlo sobre los chinos directamente. Un año antes, la ciudad de San Francisco logra algo similar, sin oposición del tribunal supremo, basando los motivos de las ordenanzas en principios

de bienestar, orden público, seguridad de las comunidades, y moralidad. Otras ciudades de California las adoptan después para prohibir otras actividades, convirtiendo este principio en la manifestación espacial de conflictos de carácter racial.

Más adelante, en Würzburg (1893), Reinhart Baumeister y Franz Adickes precisan la posición “operativa” de los administradores municipales alemanes estableciendo prescripciones que regulan la construcción de vivienda en diferentes zonas de la ciudad, diferenciando en especial zonas nuevas de existentes, asignándoles usos y densidades de edificación distintas, y separando a inmigrantes y obreros de las clases burguesas.

En el caso de México, la zonificación es una “adaptación” del *zoning* estadounidense que se dio en 1916, con una serie de ordenanzas en Nueva York, y que se popularizó después de que la Suprema Corte de Justicia de Estados Unidos considerara *The Standard Enabling Acts of the 1920s* como constitucional en el caso *Euclid v. Ambler Realty* en 1926. Las ordenanzas de Nueva York tenían como finalidad separar a los mercados de clase baja de los comercios exclusivos de la 5ta. Avenida y reducir la densidad en dichas zonas (Burdette, 2004). Al igual que Mancuso, Silver (1997) argumenta que los motivos para la creación del *zoning* van más allá de la simple separación de usos de suelo y se trata de una herramienta de segregación racial.

El *zoning* surge entonces como un instrumento de control social y económico mediante la manipulación de los componentes de la ciudad. En todos los casos descritos anteriormente es claro que opta por soluciones que se derivan directamente de la práctica administrativa de la ciudad y no de la aplicación de técnicas o instrumentos definidos a nivel teórico (Mancuso, 1978).

En su origen, es un instrumento ideológico y funcional para la consecución de objetivos económicos y sociales, rico en componentes de naturaleza no disciplinaria. Como tal no es neutral, sino que está estrechamente ligado al contexto donde se origina y los fenómenos, considerados en la actualidad como negativos, que derivan de su aplicación, como la segregación de los grupos sociales, no son accidentales, sino que coinciden con los propios objetivos que la zonificación asume desde un primer momento como prioritarios.

En su artículo *Desarrollo institucional y urbanismo en México*, Kunz (2012) explica que, tal como se establece en el Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que señala que “... la Nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público...”, el elemento central de la planeación urbana es la regulación de los derechos de propiedad y, en particular, el derecho de desarrollo. Este derecho no se puede dejar al mercado ya que, a pesar de que éste es eficiente para asignar algunos costos, no considera los costos sociales o externalidades dentro de sus mecanismos.

La zonificación, que se basa en la subdivisión de la ciudad asignando a cada área parámetros relativos a la edificación (en general: uso del suelo, densidad/intensidad y altura), surge “como un instrumento de dosificación de los derechos de

desarrollo, en teoría, según el interés público.” (p. 229). Sin embargo, ese supuesto es falso, tanto por la falta de información y elementos técnicos para definir las asignaciones óptimas por parte del planificador, como por la asignación inequitativa tanto de beneficios como de costos por externalidades que genera la asignación de dichos derechos a unos propietarios y a otros no. Esto también crea las condiciones para la corrupción, pues aquellos que no son beneficiados pueden y están dispuestos a obtenerlos por otros medios, exacerbando aún más las condiciones de inequidad y discrecionalidad en la toma de decisiones.

LA (AN)ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA DE LA PLANEACIÓN URBANA

Conceptos como la densidad, la diversidad y la policentralidad están íntimamente ligados con los parámetros a los que se refieren los derechos de desarrollo, y estos ciertamente están presentes en los documentos de planeación. Por ejemplo, la nueva Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano (D.O.F., 28 nov 2016), señala en el artículo 59 sobre la zonificación secundaria, fracción II, que:

II. En las zonas que no se determinen de Conservación:

- a) Se considerarán compatibles y, por lo tanto, no se podrá establecer una separación entre los Usos de suelo residenciales, comerciales y centros de trabajo, siempre y cuando éstos no amenacen la seguridad, salud y la integridad de las personas, o se rebasen la capacidad de los servicios de agua, drenaje y electricidad o la Movilidad;
- b) Se deberá permitir la Densificación en las edificaciones, siempre y cuando no se rebase la capacidad de los servicios de agua, drenaje y electricidad o la Movilidad (...)
- c) Se garantizará que se consolide una red coherente de vialidades primarias, dotación de espacios públicos y equipamientos suficientes y de calidad.

Asimismo, el artículo 74 sobre la regulación del espacio público, fracción IV, indica, entre otras cosas, que los planes o programas municipales de desarrollo urbano se encargarán de:

IV. Definir la mejor localización y dimensiones de los equipamientos colectivos de interés público o social en cada Barrio con relación a la función que tendrán y a la ubicación de los beneficiarios, como centros docentes y de salud, Espacios Públicos para la recreación, el deporte y zonas verdes destinados a parques, plazas, jardines o zonas de esparcimiento, respetando las normas y lineamientos vigentes.

Pero, ¿en qué punto del desarrollo se considera que se llegará al límite de capacidad de los servicios o las vías? ¿Cuándo la presencia de determinado uso de suelo en una localidad podrá ser dañina para la integridad de sus habitantes? ¿Cómo saber

a priori si una ubicación es mejor, más eficiente y será mejor aprovechada que otra para dotar de cierto equipamiento a la ciudad?

Toda práctica profesional irremediablemente hereda las virtudes y las deficiencias de su fundamento teórico y, por supuesto, la planeación urbana no es la excepción. Pese a que la planeación urbana y el diseño urbano son disciplinas distintas, ambas se sustentan principalmente en la teoría de diseño urbano. Esto, seguramente es debido en gran parte a que históricamente han sido los arquitectos los encargados del diseño de las ciudades y, como comenta Lawson (1990) en investigaciones sobre el proceso de diseño, el pensamiento de diseño (*design thinking*) es naturalmente exploratorio y sintético, incluso intuitivo, pero no de carácter analítico y linear como se esperaría de una actividad como la planeación de ciudades.

En general, la teoría de diseño urbano ha carecido de rigor científico a lo largo de su historia, sus métodos se basan en una serie de postulados, muchas veces contradictorios, que se han convertido en dogma (Marshall, 2012). Adicionalmente, su capacidad de autocrítica es casi inexistente (Cuthbert, 2008), lo cual es un problema grave ya que impide la mejora gradual de las soluciones que ofrece. Si bien, la solución óptima a un problema urbano puede solamente aproximarse, el cuestionamiento continuo permite que nuestras aproximaciones se acerquen cada vez más a dicha solución (Popper, 2014).

A este respecto, Kunz (2012) señala dos problemas principales a los que imputa la crisis de la planeación urbana y el urbanismo en México. Por un lado, está la insuficiencia técnica de aquellos que la llevan a cabo ya que dan soluciones sobresimplificadas, a menudo copiadas de otros países, a los complejos problemas de la ciudad, desconociendo por completo los “procesos” que suceden en ella en los que se involucran e interactúan una gama amplia de dimensiones, económicas, sociales, políticas, culturales, y de actores. Es decir, se pretende resolver ordenando, cuando en realidad se requiere comprender las fuerzas que estructuran la ciudad.

Por otro lado, está la debilidad de las instituciones, entendidas como las reglas de operación de una sociedad, conformadas para satisfacer a grupos de interés (North y Thomas, 1987) y no para el bien común. Algunas de las consecuencias que se observan en nuestras ciudades como consecuencia son la especulación, el aumento de derechos de desarrollo por cambios de uso de suelo o incremento de intensidades de manera indiscriminada, y la aplicación prácticamente nula de sanciones a los infractores. Este es un tema sumamente relevante al hablar de herramientas que permitan una planeación sustentable y basada en evidencia debido a que, como se discute más adelante, tiene implicaciones en términos de transparencia y gobernanza.

Es un hecho también que la planeación urbana en México presenta el mismo patrón y sus herramientas de intervención no han sido reemplazadas en más de 30 años. El Plano Regulador y la Zonificación continúan siendo sus instrumentos principales a pesar de que estos fueron introducidos a México en los años veinte

del siglo pasado, cuando el contexto urbano era completamente diferente al actual (Chaparro, 2015).

A pesar de ser una disciplina considerada generalista (Fuller, 1969), la planeación urbana como se conoce actualmente es insuficiente para lidiar con la enorme complejidad de las ciudades. En otras palabras, la pericia legal y arquitectónica es exigua. El *zoning*, su principal instrumento, parte del postulado de que la mejor forma para ordenar los distintos usos del suelo es separándolos (Hall, 2006) sin ningún tipo de intento de valoración objetiva y mucho menos científica de las implicaciones del objeto que se modifica.

Cabe mencionar también que hasta hace poco era demasiado caro y requería mucho tiempo recabar y analizar la información necesaria para tratar de pronosticar los efectos de las decisiones en las ciudades, pero los avances recientes en desarrollo tecnológico han permitido la proliferación de nuevas herramientas de captura de datos, métodos de análisis y operadores con los conocimientos necesarios para utilizarlos (Stonor, 2014). Esto debería permitir una reducción de incertidumbre en la toma de decisiones de carácter urbano.

La alfabetización científica de la planeación urbana es un asunto primordial en un mundo fundamentalmente urbano, donde se calcula que para 2050, 2.5 millones de personas más vivirán en ciudades y que más de la mitad de los asentamientos urbanos que existirán aún no se han construido (Ramaswami, Russell, Culligan, Sharma, y Kumar, 2016). La creciente complejidad de las ciudades no solamente demanda un cambio radical en el corazón de la planeación urbana, sino una profunda transformación en lo que significa ser un planificador urbano. Los planificadores urbanos deben hacer suyo el *ethos* de la ciencia para así impregnar su rigor a la profesión.

UNA NUEVA CIENCIA DE LAS CIUDADES

Sin embargo, no todo está perdido. Algunos estudiosos de la ciudad la conciben como un sistema complejo, es decir, aquel en que el comportamiento general del sistema se deriva de las acciones individuales de componentes relativamente sencillos y en el cual éste no puede deducirse de forma lineal. La estructura de este tipo de sistemas está definida, no por una autoridad suprema, sino por la interacción de una serie de procesos descentralizados, conocidos como *bottom-up* o de abajo hacia arriba (Mitchell, 2006).

Este enfoque ha sido aplicado y reconocido, de manera más implícita que explícita, en las ciudades en trabajos relacionados con diversos procesos de abajo hacia arriba. Un ejemplo relevante y muy cercano a las ciudades latinoamericanas es la producción social de la vivienda y el hábitat y que se refiere a su producción y distribución “al margen de los mecanismos de mercado controlados por el sector privado e incluso de los programas financieros estatales” (Ortiz, 2012, p. 73). Además de su trascendencia social y económica como un mecanismo alterno que responde al

déficit de ciudad y vivienda para dicho grupo, su estructura es en algunas ocasiones más cercana a la ciudad funcional que algunos desarrollos planeados, como los grandes bloques monofuncionales o los fraccionamientos cerrados, pues los primeros muestran características “emergentes” de mezcla de usos, y consolidación y densificación paulatinas, es decir, que no obedecen a una regla o umbral previamente determinado sino, por el contrario, surge y se adapta de manera flexible de acuerdo a los cambios en las necesidades (Montejano, 2014; Ortiz y Llamas, 2013).

De manera más explícita, la ciencia de la complejidad, *complexity science*, se ocupa de estudiar este tipo de sistemas. No existe una teoría del todo en la ciencia de complejidad, sino una colección de teorías y métodos tomada de otras ciencias. Un punto a destacar es que esta ciencia acepta la incertidumbre y la naturaleza cambiante de su objeto de estudio, se aleja de la ciencia clásica al dar más peso a las interacciones de las partes y no a las partes en sí mismas. Para algunos, esto la convierte en un nuevo tipo de ciencia (Wolfram, 2002). Conforme a lo anterior, es evidente la relación natural que existe entre este tipo de ciencia y el estudio de las ciudades, las cuales son los sistemas complejos por excelencia.

Actualmente, investigadores en varios centros del mundo trabajan para generar una nueva ciencia de las ciudades, una en la que principios científicos como la complejidad juegan un papel fundamental (Batty, 2013). Esta nueva ciencia de la ciudad es entendida como un sistema de redes que evoluciona de abajo hacia arriba y que tiene mucho parecido a los sistemas orgánicos (Batty, 2012).

Las redes pueden definirse como colecciones de nodos interconectados (vértices) y sus respectivas conexiones (aristas) (Mitchell, 2006). Este tipo de abstracción nos permite estudiar las ciudades no solamente como meros espacios, sino como sistemas complejos de relaciones espaciales (B. Hillier, 2007; Bill Hillier y Hanson, 1989) y medir algunas de sus características universales¹ para crear leyes que después puedan transformarse en instrumentos de política pública. Hillier, en su teoría de *Space syntax*, por ejemplo, explica cómo las ciudades y su complejidad, al desafiar descripción, han obligado a diseñadores y planificadores a utilizar conceptos simplificados, a menudo

¹ El concepto matemático de redes tiene sus humildes raíces en el ahora famoso “problema de los puentes” de Königsberg. Königsberg, Prusia del Este, hoy Kaliningrado, Rusia, tiene una geografía particular. Ocupa dos islas que en 1730 estaban conectadas por siete puentes. Los habitantes solían pasar su tiempo tratando de resolver un popular acertijo que preguntaba lo siguiente: “¿Existe una ruta que atraviese los siete puentes cruzándolos exactamente una vez?” Después de fallar numerosas ocasiones, los habitantes se convencieron de que el problema era imposible de resolver. No fue sino hasta que Leonhard Euler publicó su artículo icónico *Solutio problematis ad geometriam situs pertinentis* que se demostró matemáticamente que lo anterior era cierto (Biggs, Lloyd, y Wilson, 1976; Harary, 1994; Newman, Barabási, y Watts, 2006). Euler estudió el problema mediante la simplificación del mapa de la ciudad a través de un diagrama de relaciones, un grafo. Esta elegante racionalización ilustró todas las rutas posibles probando que ninguna de ellas satisfacía las condiciones impuestas por el acertijo, en otras palabras, una ruta que conecta todo el sistema pasando a través de cada puente una sola vez. A este tipo especial de ruta se le conoce como *Eulerian path* en su honor (Biggs et al., 1976).

tomados del lenguaje (2009). “Estos conceptos enfatizan jerarquías claras, geometrías regulares y la separación del todo en partes” (p. 1). La primera crítica al respecto la ofreció Christopher Alexander en su ya clásica obra *La ciudad no es un árbol* (1965). Sin embargo, el mayor problema con dichas descripciones se encuentra cuando se transforman en planes o diseños de ciudades que, lejos de capturar su complejidad, inevitablemente emergente, imponen un supuesto orden que a fin de cuentas resulta artificial. De ahí la importancia de los modelos abstractos con descripciones derivadas internamente, desde la estructura del propio objeto de estudio, en este caso las ciudades, más que impuestas de manera externa.

Space syntax sugiere al menos tres características emergentes de las ciudades desde esta perspectiva. La primera es la “forma genérica dual de la ciudad” (Hillier, 2001), formada por una red de subcentros a diferentes escalas en una especie de superestructura sobre una subestructura de áreas principalmente habitacionales en el fondo. Esta compleja organización permite diferentes grados de interacción entre locales y extraños (rangos de lo público a lo privado), facilitando en algunas partes e inhibiendo en otras las transacciones económicas y sociales que dan vida a la ciudad. La segunda se refiere a la “centralidad ubicua”, o el proceso por el cual los centros y subcentros funcionales se establecen, desarrollan y persisten, simultáneamente a diferentes escalas, por un proceso emergente guiado por la estructura de la trama urbana y mucho más complejo que las nociones tradicionales de policentralidad como una jerarquía de lugares (Hillier, 2009). El tercer concepto es el de “límites difusos” (Yang y Hillier, 2007) que muestra que las áreas urbanas se originan por diferenciación espacial, manteniendo interconectividad entre ellas y no por límites definidos, pues esto limitaría la interconectividad.

Si bien no existe una “teoría del todo” derivada de esta nueva ciencia de las ciudades, numerosos sistemas urbanos exhiben persistentemente diversas características cuyo comportamiento puede explicarse de forma sencilla mediante leyes de escala. Por ejemplo, Bettencourt y West (2010), han encontrado que para aumentar al doble la población de una ciudad, se requiere solamente un aumento de 85% en infraestructura, es decir, las ciudades muestran economías de escala. Batty (2013) propone que existen al menos siete leyes de escala en las ciudades:

1. **Ley de Metcalfe o de Moore:** “El número de posibles conexiones crece al cuadrado de la población”.
2. **Ley Bettencourt-West o de Marshall:** “A medida que las ciudades crecen, su ingreso real promedio, aumenta más que proporcionalmente, con no-linealidad positiva conforme a su población”.
3. **Ley de Zipf:** “Conforme las ciudades aumentan de tamaño, existen menos de ellas”.
4. **Ley de von Thünen:** “Conforme una ciudad incrementa su tamaño alrededor de su semilla original de asentamiento... varias densidades... disminuyen de forma no lineal con la distancia o costo de viaje desde su punto central o distrito central de negocios”.

5. **Ley de Tobler:** “Todo está relacionado con todo lo demás, pero las cosas cercanas están más relacionadas que las cosas que se encuentran alejadas”.
6. **Ley de Bussiere:** “Cuando las ciudades crecen, sus núcleos centrales declinan en densidad de población y sus perfiles de densidad se aplanan”.
7. **Ley de Brand:** “Las ciudades se vuelven más “verdes” (más sustentables) a medida que crecen”.

Leyes como estas dan indicios de lo que podría convertirse en la columna vertebral de modelos o mecanismos que informen políticas urbanas para ciudades más sustentables en un futuro próximo. De esta forma, los tomadores de decisiones, entendidos aquí como todos los que decidan participar en el proceso de planeación urbana, estarían en una posición más ventajosa al fundamentar sus opiniones en lo mejor que la ciencia puede ofrecer en determinado momento, llámense decisiones acerca de densidades, concentraciones, presencia o ausencia de determinados usos, equipamientos o amenidades, etc.

SISTEMAS DE SOPORTE A LA PLANEACIÓN

A este respecto, un campo de conocimiento relativamente reciente son los sistemas de soporte a la planeación, mejor conocidos por su nombre en inglés, *Planning Support Systems* (PSS). Estos se refieren a las herramientas tecnológicas, notablemente a los Sistemas de Información Geográfica (SIG), que apoyan específicamente los procesos de planeación urbana durante todas sus etapas (Batty, 2007, Geertman, 2006). Los ejemplos de PSS van desde visualizadores interactivos que brindan información normativa a los usuarios, hasta plataformas que permiten considerar alternativas de escenarios geoespaciales posibles como *WhatIf?*, que se explica más adelante.

Aunque el término fue acuñado a finales de los años 80 (Harris, 1989), avances tecnológicos recientes como la madurez de herramientas SIG *open source* o de código abierto (PostGIS,² GeoServer,³ Leaflet,⁴ etc.), *Big data*,⁵ *Cloud Computing*,⁶ y

2 PostGIS es una extensión que expande las capacidades de la base de datos de acceso libre PostgreSQL al agregar el tipo de dato geometría en adición de los que normalmente se encuentran en bases de datos tradicionales (VAR CHAR, INT, TEXT, etcétera). Esto permite interrogar a la base de datos utilizando parámetros espaciales. (“PostGIS – Spatial and Geographic Objects for PostgreSQL,” n.d.)

3 GeoServer es un *software* de acceso libre, desarrollado en Java, que permite compartir “capas” geográficas en internet. Sus capacidades son comparables a las ofrecidas por el *software* ArcGIS for Server de ESRI. (“About – GeoServer,” n.d.)

4 Leaflet es una ligera biblioteca de JavaScript (33KB) que facilita la creación de mapas interactivos. (“Leaflet – an open-source JavaScript library for interactive maps,” n.d.) Un mapa puede ser fácilmente instanciado con apenas unas cuantas líneas de código, lo cual podría explicar el por qué empresas como Facebook la utilizan en sus aplicaciones.

5 El término *Big data* se refiere a enormes conjuntos de datos (Sagiroglu y Sinanc, 2013) generalmente relacionados con información en múltiples dimensiones (matrices multidimensionales) que se actualiza constantemente.

6 *Cloud computing* alude a la idea de distribuir, conforme a demanda, recursos de infraestructura

la creciente capacidad de los navegadores *web* apuntan a que hoy más que nunca la posibilidad de su implementación a gran escala es posible.

Los PSS también se relacionan a los llamados sistemas de apoyo a las decisiones espaciales (*Spatial Decision Support Systems* o SDSS). Estos últimos son diseñados para apoyar procesos de decisión de corto plazo por individuos o grupos específicos, mientras que los PSS suelen enfocarse en problemas estratégicos de largo plazo (Clarke, 1990) ya que:

[...]no solo tienen la capacidad de recolectar, gestionar, analizar y almacenar información sobre ciudades de manera más eficiente que nunca antes, las nuevas tecnologías también presentan a los planificadores y administradores públicos oportunidades para recurrir a esta información para mejorar la vida urbana. (Geertman *et al.*, 2015, p. 1).

Dadas estas funciones, un PSS debe integrar teoría, datos, información, conocimiento, métodos e instrumentos dentro de un mismo marco de operación al que se acceda a través de una interfaz gráfica común (Geertman y Stillwell 2003, 2009).

Un ejemplo interesante de implementación de PSS es *The Planner's TOOLBOX* (Mikkonen, Ristimäki, Oinonen, y Hansen, 2003) puesto que requirió la cooperación de organismos ubicados en varios países: *Finnish Environment Institute, the Danish Forest and Landscape Research Institute, the Technical University of Hamburg-Harburg*, entre otros. La meta principal de este proyecto fue fomentar la colaboración internacional en temas relacionados a planeación y Sistemas de Información Geográfica. Este PSS funcionaba como un repositorio de técnicas SIG relevantes a la planeación, el usuario tenía la habilidad de crear búsquedas avanzadas sobre temas específicos. Así, los organismos involucrados podían adoptar prácticas de planeación urbana que habían demostrado ser exitosas en otros contextos. Más allá de los detalles tecnológicos, puede argumentarse que las principales aportaciones de este proyecto son las ideas de cooperación y transparencia internacional que facilitaron su realización.

UrbanSim (Waddell *et al.*, 2003) es, sin duda, uno de los PSS más innovadores. En sus orígenes fue desarrollado como una herramienta de modelación de transporte y uso de suelo que requería instalarse en una computadora personal y cuyas capacidades gráficas dependían en gran medida de una instalación SIG completamente funcional. Actualmente, *UrbanSim* ha evolucionado y se considera una plataforma de simulación y análisis de acceso libre que puede ejecutarse desde un navegador. *UrbanSim* tiene la capacidad de “simular el mercado inmobiliario regional al nivel de

computacional a través de internet (Foster, Zhao, Raicu y Lu, 2008). Las empresas tienen la opción de rentar servidores virtuales para ejecutar sus procesos en lugar de mantener servidores tradicionales. Esto provee gran escalabilidad y flexibilidad a muy bajos costos. *Amazon Web Services* (“What is Cloud Computing?,” n.d.) y *Microsoft Azure* (“What is Azure—the Best Cloud Service from Microsoft | Microsoft Azure,” n.d.) son ejemplos de esta tecnología.

los tomadores de decisiones individuales, tales como hogares, empleadores y desarrolladores de bienes raíces”. Esto se logra mediante un sistema de modelos que interactúan indirectamente entre sí, por ejemplo, el modelo de elección de localización de vivienda (*Household location choice model*), el cual utiliza los datos generados por el modelo de transición (*Transition model*) y el modelo de movilidad para determinar la probabilidad de que una familia decida escoger una vivienda en particular. Las variables implementadas por el modelo de localización de vivienda están basadas en teorías provenientes de la geografía, sociología y economía urbanas. Una de las características principales de este PSS es que reconoce la temporalidad de los distintos procesos urbanos mediante el uso de un acercamiento de desequilibrio dinámico. Los efectos de una gran inversión en infraestructura de transporte urbano serán rápidamente visibles en los encadenamientos de viaje de los habitantes de una ciudad. Sin embargo, dichos efectos podrían tardar años en ser completamente absorbidos por el mercado especulativo (Waddell *et al.*, 2003).

El modelo de simulación TRANUS, desarrollado por la empresa Modelistica y que se explica a detalle en el siguiente capítulo mediante su aplicación a un caso de estudio local en la ciudad de León, Guanajuato, es un PSS que ofrece una simulación similar a la anteriormente descrita, donde interactúan el mercado inmobiliario, el sistema de transporte y la localización e interacción de actividades. A diferencia de la anterior, se trata de un modelo agregado, es decir, simplificado, no basado en las decisiones individuales, lo que lo dota de mayor capacidad de cómputo.

Una de las implementaciones más notables de los PSS es *The Online What if?*, un PSS ubicado en la nube, completamente construido con herramientas de acceso libre (*PostGIS, GeoTools, etc.*), que por el momento tiene la capacidad de ejecutar análisis de ubicación de uso suelo mediante simulaciones basadas en el aporte de los usuarios (Pettit *et al.*, 2015). Esta herramienta, a diferencia de *UrbanSim*, no incorpora lógicas de mercado o microsimulación en general, sino que trata de proveer un marco de referencia común que facilite el diálogo entre planificadores y población en general.

En resumen, los PSS son herramientas que apoyan la gestión de la ciudad considerando las interrelaciones de factores como procesos complejos y no como relaciones simplificadas de causa y efecto. Al ser uno de los temas clave el rol de los datos espaciales y cómo éstos contribuyen a la generación de conocimiento nuevo y útil, el buen uso de los PSS dota de un mayor grado de objetividad la toma de decisiones sobre la ciudad, mientras que la posibilidad de replicar los análisis y resultados con información nueva le confiere mayor transparencia. Evidentemente, esta revisión de herramientas no pretende ser una lista exhaustiva de implementaciones de PSS, sino proveer un panorama que comunique la idea de que un PSS puede tomar diversas formas a partir del proceso de planeación urbana que se pretenda mejorar o reinventar.

LA DIFICULTAD DE LA COOPERACIÓN ENTRE DISEÑO, CIENCIA Y POLÍTICA PÚBLICA

La ciencia se ocupa por explicar cómo son las cosas, pero no prescribe cómo deberían ser, como la política pública. El diseño, por otra parte, propone e imagina escenarios futuros. Si bien parecen complementarse, lograr que dicha cooperación ocurra no es un esfuerzo trivial.

Carlo Ratti, actual director del *Senseable City Lab* del Massachusetts Institute of Technology (MIT), ha propuesto recientemente el concepto de *futurecraft*, inspirado en las ideas *Comprehensive Anticipatory Design* (Fuller, 1963), CADS por sus siglas en inglés, y *Speculative design* (Dunne y Raby, 2013). *Futurecraft* se refiere a un proceso de diseño iterativo que no trata de predecir el futuro, sino que simplemente busca influenciar los sistemas urbanos de forma positiva a través de la exposición de futuros posibles que exploran lo que se puede alcanzar con los medios actuales. *Futurecraft* opera en la frontera del conocimiento (Ratti y Claudel, 2016).

A pesar de esfuerzos como los anteriormente mencionados, se debe tener en consideración que gran parte de los retos en implementación de tales sistemas no recae en la tecnología, sino en expresar claramente cómo dicha tecnología se vincula a la práctica profesional (Batty, 2007; Russo, 2015).

Raford (2009), por ejemplo, identifica una serie de barreras para el uso de las herramientas de *Space syntax* como PSS a partir de un estudio de entrevistas a profesionistas relacionados con las áreas del diseño y la planeación. Un primer grupo de obstáculos se señalan como técnicos (uso de *software* complejo o incompatible con ciertos sistemas, terminología técnica, etc.) y otro, como sociales (competencia con otras medidas más sencillas o con otras agendas, desventaja frente a plataformas que permiten más colaboración, etc.). Sin embargo, más allá de que algunos de éstos sean aplicables a los PSS en general, sobresale el análisis del autor a la luz de la teoría de Weiss y Bucavalas (1980) sobre los criterios bajo los cuales los tomadores de decisiones evalúan y aplican nuevo conocimiento a la política pública. Ellos notan una tensión entre innovaciones que ofrecen sugerencias susceptibles de llevarse a cabo y que, al mismo tiempo, cuestionan el *statu quo*. Las herramientas de este tipo, dice Raford, retan de manera importante la práctica de la planeación y el diseño urbano al presentar aproximaciones basadas en evidencia. Adicionalmente, estas herramientas suelen ser capaces de generar recomendaciones orientadas a acciones para la transformación y, por lo tanto, susceptibles de realización, concretas y aplicables. Todo esto no solo es ajeno al proceso tradicional, intuitivo, de diseño, como se señaló antes, sino que requiere cambios técnicos y estructurales importantes en la manera de abordar estas disciplinas que no todos los involucrados en ellas están dispuestos a aceptar y adoptar.

Por otro lado, la planeación urbana como práctica profesional está severamente limitada por la lógica que le impone el sistema legal, el cual está diseñado como un mecanismo de control bastante rígido que opera “de arriba hacia abajo”. Los espacios para la innovación dentro del marco legal son bastante escasos y sus

ventanas temporales no corresponden a la velocidad con la que algunos procesos urbanos ocurren. Aun cuando las herramientas teóricas y tecnológicas anteriormente mencionadas se encuentren a nuestro alcance, estas tienen que ser reconocidas de formas similares en las que hoy reconocemos el *zoning* y los planes reguladores para que puedan ser adoptadas y mejoradas constantemente.

ALGUNAS REFLEXIONES Y RECOMENDACIONES

La planeación urbana no debería provenir de un lugar de dogma, donde el cambio es un concepto extraño y repudiado, no debería abordarse desde la certidumbre sino desde el reconocimiento de las limitaciones existentes. Para ello resulta esencial, en primer lugar, la construcción de instituciones sólidas, ya que “reducen incertidumbre al disminuir el problema de información que enfrentan los actores urbanos en la toma de decisiones”. Con ello, “se reducen los costos de transacción, se facilitan las negociaciones entre los actores, y el mercado o la asignación pública se hacen más eficientes” (Kunz, 2012, p. 227). En otras palabras, se vuelve indispensable tener reglas “claras” que puedan aplicarse con pleno conocimiento de los problemas de cierta sociedad.

Dentro de este marco, la aplicación de conocimientos y herramientas de corte técnico o tecnológico con sustento teórico, puede contribuir notablemente en la búsqueda de mayor certidumbre en la planeación y diseño de ciudades, y por ende de sus parámetros, no desde soluciones preconcebidas ligadas a contextos ideológicos particulares como fue el caso del *zoning*, sino de manera neutral y científica, por un lado, y dinámica para dar espacio a los procesos emergentes que dan forma a las ciudades, privilegiando flexibilidad sobre rigidez, por otro.

El carácter científico de esta aproximación es precisamente lo que puede facilitar una toma de decisiones debidamente informada, pero, sobre todo, objetiva. Del mismo modo, todo conocimiento que proviene de la ciencia debe poder ser replicado con diferentes variables y escenarios claramente expresados. La adaptación y la flexibilidad, por lo tanto, son conceptos que deben integrarse y arraigarse en nuestras políticas urbanas si deseamos promover una planeación urbana basada en ciencia que pudiera aspirar a ser sustentable.

Estos puntos son de suma importancia puesto que mayor objetividad en los procesos de planeación urbana deriva en una política pública con mayor transparencia

lo cual, a su vez, abona al debate de la gobernanza, presente en todas las agendas actuales, desde los Objetivos de Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas (UNDP, 2017, meta 16: Paz, justicia e instituciones sólidas) hasta los gobiernos locales.

Otra característica que destaca en el desarrollo, uso e implementación de estrategias con este tipo de herramientas es que es un territorio fértil para la transdisciplinariedad. Las ciencias de la complejidad y las ciencias de las ciudades han tomado ideas, conceptos, leyes, principios e, incluso tecnología, de otras ciencias así que por naturaleza involucran el trabajo de varias disciplinas, lo que lo enriquece considerablemente. Además, siendo las ciudades un fenómeno y un ámbito complejo en el que interactúan un gran número de actores, este tipo de aproximaciones ofrecen la posibilidad de “acercar” los problemas de la ciudad, mediante distintas interfaces, a buena parte de esos actores, ya sean grupos específicos o comunidades en general, tendiendo puentes y creando lenguajes comunes entre los involucrados en la planeación de un territorio.

En este sentido, la planeación científica de las ciudades nos remite a conceptos como el de “inteligencia territorial”, que asocian el desarrollo de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), la gestión del conocimiento colectivo y la gobernanza territorial (Ortiz, González y Quiroz, 2016). Según Girardot (2009), la inteligencia territorial consiste necesariamente en un enfoque interdisciplinar que tiene como objeto el desarrollo sostenible de los territorios y cuyos sujetos son los individuos y los colectivos territoriales. Así, el cuestionamiento constante de prácticas, mecanismos, herramientas y estructuras debería promoverse en todos los niveles, la planeación como proceso nunca termina, solamente se reinventa en un ciclo iterativo que nos involucra a “todos”, un proceso “de abajo hacia arriba”.

Por último, una nota sobre la importancia de ideas teóricas como base y fundamento indispensable en la definición de técnicas e instrumentos o herramientas aplicadas a la planeación y, en realidad, a cualquier otro quehacer que requiera o se incline hacia una aproximación científica para la resolución de problemas: la tecnología sin teoría no es recomendable, pues suele ser un arma de dos filos que trae más complicaciones por el mal uso y la incorrecta interpretación o aplicación de resultados que aportaciones sustanciales. La vinculación entre la academia y la práctica, tanto tomadores de decisiones como consultores, es vital para una planeación urbana inteligente que incida verdaderamente y de forma positiva en la política pública.

BIBLIOGRAFÍA

- About – GeoServer. (n.d.). Recuperado a partir de <http://geoserver.org/about/>
- About GeoTools – GeoTools. (n.d.). Recuperado a partir de <http://www.geotools.org/about.html>
- Alexander, C. (1965). A city is not a tree. *Architectural Forum*, 122 (1), 58-62.
- Batty, M. (2007). Planning support systems: progress, predictions, and speculations on the shape of things to come. Recuperado a partir de <http://discovery.ucl.ac.uk/15175/>
- Batty, M. (2012). Building a science of cities. *Cities*, 29, S9–S16.
- Batty, M. (2013). *The New Science of Cities*. Cambridge, MA.: The MIT Press.
- Bettencourt, L., Lobo, J., Helbing, D., Kühnert, C., y West, G. (2007). Growth, innovation, scaling, and the pace of life in cities. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(17), 7301–7306. <http://doi.org/10.1073/pnas.0610172104>
- Biggs, N., Lloyd, E., y Wilson, R. (1976). *Graph Theory, 1736-1936*. Oxford, Reino Unido: Oxford University Press.
- Burdette, J. (2004). *Form-Based Codes: A Cure for the Cancer Called Euclidean Zoning?* (Thesis). Virginia Tech. Recuperado a partir de <https://vtechworks.lib.vt.edu/handle/10919/9925>
- Chaparro, J. (2015). Planeación urbana en México: Un análisis crítico sobre su proceso de evolución. *Urbano*, 12(19), 47–63. Recuperado a partir de <http://revistas.ubiobio.cl/index.php/RU/article/view/335>
- Clarke, M. (1990). Geographical information systems and model-based analysis: Towards effective decision support systems. En H. Scholten y J. Stillwell (Eds.), *Geographical information systems for urban and regional planning* (pp. 165-175). Dordrecht, Holanda: Kluwer.
- Cuthbert, A. (2008). Urban design: requiem for an era – review and critique of the last 50 years. *URBAN DESIGN International*, 12(4), 177–223. <http://doi.org/10.1057/palgrave.udi.9000200>
- Dunne, A., y Raby, F. (2013). *Speculative everything: design, fiction, and social dreaming*. Cambridge, MA.: MIT Press.
- Foster, I., Zhao, Y., Raicu, I., y Lu, S. (2008). Cloud Computing and Grid Computing 360-Degree Compared (pp. 1–10). IEEE. <https://doi.org/10.1109/GCE.2008.4738445>
- Fuller, R. (1963). A comprehensive anticipatory design science. En Fuller, R., *No more secondhand God: And other writings* (pp. 84–117). Carbondale, IL.: Southern Illinois University Press.

- Fuller, R. (1969). *Operating Manual for Spaceship Earth*. Carbondale, IL.: Southern Illinois University Press.
- Geertman, S. (2006). Potentials for planning support: A planning-conceptual approach. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 33(6), 863-881.
- Geertman, S. y Stillwell, J. (2009). *Planning support systems: Best practice and new methods*. Vol. 95. The GeoJournal Library. Nueva York: Springer.
- Geertman, S. y Stillwell, J. (2003). *Planning support systems in practice*. *Advances in spatial science*. Nueva York: Springer.
- Geertman, S., Ferreira, J., Goodspeed, R., y Stillwell, J. (2015). Introduction to “planning support systems and smart cities”. En *Planning support systems and smart cities* (pp. 1-17). Suiza: Springer.
- Girardot, J. (2009). Evolution of the concept of territorial intelligence within the coordination action of the European network of territorial intelligence. *Res-Ricerca e Sviluppo per le politiche sociali* 1 (2), 11-29.
- Hall, E. (2006). Divide and sprawl, decline and fall: A comparative critique of Euclidean zoning. *U. Pitt. L. Rev.*, 68, 915.
- Harary, F. (1994). *Graph Theory*. Reading, MA.: Westview Press.
- Harris, B. (1989). Beyond geographic information systems. *Journal of the American Planning Association*, 55(1), 85-90.
- Hillier, B. (2009). Spatial Sustainability in Cities. Organic Patterns and Sustainable Forms. En Koch, D., Marcus, L. y Steen, J. (Eds). *Proceedings of the 7th International Space Syntax Symposium*. Estocolmo: KTH.
- Hillier, B. (2007). *Space is the machine: a configurational theory of architecture*. Londres: Space Syntax. Recuperado a partir de <http://eprints.ucl.ac.uk/3881/>
- Hillier, B. (2001). A Theory of the City as Object. Or how spatial laws mediate the social construction of urban space. *Proceedings 3rd International Space Syntax Symposium*. Atlanta.
- Hillier, B., y Hanson, J. (1989). *The Social Logic of Space*. Cambridge, Reino Unido; Nueva York: Cambridge University Press.
- Kunz, I. (2012). Desarrollo institucional y urbanismo en México. En H. Quiroz, y E. Maya, (Eds.) *Urbanismo, Temas y tendencias* (pp. 225-237). México: Publicaciones FA. / Facultad de Arquitectura UNAM.
- Lawson, B. (1990). *How designers think: the design process demystified*. Londres: Butterworth Architecture.
- Leaflet — an open-source JavaScript library for interactive maps. (n.d.). Recuperado a partir de <http://leafletjs.com/>
- Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano. Diario Oficial de la Federación, Ciudad de México, 28 de noviembre de 2016. Recuperado a partir de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGAHOTDU_281116.pdf
- Mancuso, F. (1978). *Las experiencias del zoning*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Marshall, S. (2012). Science, pseudo-science and urban design. *URBAN DESIGN International*, 17(4), 257-271. <http://doi.org/10.1057/udi.2012.22>
- Mikkonen, J., Ristimäki, M., Oinonen, K., y Hansen, H. (2003). The Planner’s TOOLBOX: A Web-based Support System for Sustainable Development. En S. Geertman, y J. Stillwell (Eds.), *Planning support systems in practice* (pp. 123-137). Berlín; Londres: Springer.

- Mitchell, M. (2006). Complex systems: Network thinking. *Artificial Intelligence*, 170(18), 1194–1212. <http://doi.org/10.1016/j.artint.2006.10.002>
- Montejano, M. (2014). The memory of informality: the typological cycles in the self-built environment. En Oliveira, V., Pinho, P., Batista L., Patatas, T. y Monteiro, C. (Eds.). *Our common future in Urban Morphology* (pp. 63-73), Porto: FEUP.
- Newman, M., Barabási, A.-L., y Watts, D. (2006). *The Structure and Dynamics of Networks*: Nueva Jersey: Princeton University Press.
- North, D., Thomas, R., y Facci, L. (1987). El Nacimiento del mundo occidental: Una nueva historia económica, 900-1700. Madrid: Siglo XXI. *Una nueva historia económica (900-1700)*. Madrid: Siglo XXI de España Editores.
- Ortiz, C., González, S., y Quiroz, L. (2016). Herramientas para la inteligencia territorial como medio para ejercer el derecho a la ciudad. *VI Congreso Nacional de Suelo Urbano*. Pachuca, Hidalgo.
- Ortiz, C. y Llamas, M. (2013). Unfolding the patterns of informality in the city of Queretaro. *Proceedings of the Ninth International Space Syntax Symposium*. Seúl: Sejong University.
- Ortiz, E. (2012). *Producción social de la vivienda y el hábitat. Bases conceptuales y correlación con los procesos habitacionales*. México: Habitat International Coalition.
- Pettit, C. J., Klosterman, R., Delaney, P., Whitehead, A., Kujala, H., Bromage, A., y Nino-Ruiz, M. (2015). The online what if? Planning support system: A land suitability application in Western Australia. *Applied Spatial Analysis and Policy*, 8(2), 93–112.
- Popper, K. (2014). *Conjectures and Refutations: The Growth of Scientific Knowledge*. Longres: Routledge.
- PostGIS – Spatial and Geographic Objects for PostgreSQL. (n.d.). Recuperado a partir de <http://www.postgis.net/>
- Raford, N. (2009). Social and Technical Challenges to the Use of Space Syntax Methodologies as a Planning Support System (PSS) in American Urban Design. En D., Koch, L., Marcus, y J., Steen, (Eds.). *Proceedings of the 7th International Space Syntax Symposium*. Estocolmo: KTH.
- Ramaswami, A., Russell, A., Culligan, P., Sharma, K., y Kumar, E. (2016). Meta-principles for developing smart, sustainable, and healthy cities. *Science*, 352(6288), 940–943. <http://doi.org/10.1126/science.aaf7160>
- Ratti, C., y Claudel, M. (2016). *The City of Tomorrow: Sensors, Networks, Hackers, and the Future of Urban Life*. New Haven; Londres: Yale University Press.
- Russo, P. (2015). Investigating Usability of Planning Support Systems and Improving their Adoption and Use by Land Use Planners. *Proceedings of the CHItaly 2015 Doctoral Consortium*, Roma.
- Sagioglu, S., y Sinanc, D. (2013). Big data: A review. In *Collaboration Technologies and Systems (CTS)*, (pp. 42-47). IEEE. <https://doi.org/10.1109/CTS.2013.6567202>
- Silver, C. (1997). The racial origins of zoning in American cities. *Urban Planning and the African American Community: In the Shadows*, 38, 23–42.
- Stonor, T. (2014). Essay: Space Syntax: A SMART Approach to Urban Planning, Design and Governance. *A+ U-ARCHITECTURE AND URBANISM*, (530), 12-21.
- UNDP. (2017). Sustainable Development Goals.** Recuperado a partir de <http://www.undp.org/content/undp/en/home/sustainable-development-goals/>
- UrbanSim Cloud Platform. (n.d.). Recuperado a partir de <http://www.urbansim.com/platform/>

- Waddell, P., Borning, A., Noth, M., Freier, N., Becke, M., y Ulfarsson, G. (2003). Microsimulation of Urban Development and Location Choices: Design and Implementation of UrbanSim. *Networks and Spatial Economics*, 3(1), 43–67. <https://doi.org/10.1023/A:1022049000877>
- Weiss y Bucavalas. (1980). Truth Tests and Utility Tests: Decision-makers' Frames of Reference for Social Science Research. *American Sociological Review*, 45 (April), 302-313.
- What is Azure—the Best Cloud Service from Microsoft | Microsoft Azure. (n.d.). Recuperado a partir de <https://azure.microsoft.com/en-us/overview/what-is-azure/>
- What is Cloud Computing? - Amazon Web Services. (n.d.). Recuperado a partir de [//aws.amazon.com/what-is-cloud-computing/](https://aws.amazon.com/what-is-cloud-computing/)
- Wolfram, S. (2002). A new kind of science (Vol. 5). *Wolfram media Champaign*.
- Yang, T. y Hillier, B. (2007). The fuzzy boundary: the spatial definition of urban areas. En *Proceedings 6th International Space Syntax Symposium*. Istanbul.