



Espacios Públicos

ISSN: 1665-8140

revista.espacios.publicos@gmail.com

Universidad Autónoma del Estado de México
México

Quintanilla Mendoza, Gabriela; Gil García, José Ramón
Propuesta de Modelo Integral para el entendimiento y desarrollo de ciudades Inteligentes
Espacios Públicos, vol. 22, núm. 55, 2019, Mayo-, pp. 7-28
Universidad Autónoma del Estado de México
Toluca, México

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=67668465001>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso
abierto

Propuesta de Modelo Integral para el entendimiento y desarrollo de ciudades Inteligentes

Proposal for a Comprehensive Model for the Understanding and Development of Smart Cities

Fecha de recepción: 27 de mayo de 2019

Fecha de aceptación: 10 de enero de 2020

*Gabriela Quintanilla Mendoza**

José Ramón Gil García

RESUMEN

Los procesos de globalización e integración han propiciado cambios en las ciudades del mundo que van desde el aumento de población hasta el surgimiento de problemas complejos y de difícil solución. Para enfrentar estos nuevos problemas fue necesario realizar inversión en diversos tipos de tecnologías incluyendo algunas tecnologías disruptivas y el Internet de las cosas que conecta personas y dispositivos. A partir de estos cambios han surgido las ciudades inteligentes. Muchos estudios se realizaron para determinar su conformación; sin embargo, los modelos de ciudad inteligente hasta ahora tienen múltiples componentes y no existe un consenso en cuanto al número o la importancia de los distintos elementos incluidos. El presente artículo propone un nuevo modelo integral que argumentamos, es más fácil de entender y usar.

PALABRAS CLAVE: tecnologías de la información, ciudad Inteligente, dimensiones, factores, estrategias.

ABSTRACT

The processes of globalization and integration have led to changes in cities around world ranging from the increase in population to the emergence of complex problems, which are not easy to solve. To face these new problems, it has become necessary to invest in various types of technologies including some disruptive technologies and the Internet of Things, which connects people and devices. From these changes, Smart Cities have emerged. Many studies have been conducted to determine its conformation; however, the smart city models so far have multiple components and there is no consensus about the number, or the importance of the different elements included. This article proposes a new integral model that we argue is easier to understand and use.

KEY WORDS: information technologies, smart city, dimensions, factors, strategies.

*Universidad Pedagógica Nacional, México. Correo-e de contacto: gabriellag@yahoo.com

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la urbanización es un hecho; de forma permanente, mucha gente arriba a las ciudades con la finalidad de trabajar y mejorar su calidad de vida. Sin embargo, este hecho ha traído como consecuencia la sobrecarga de los servicios existentes y dificultades para satisfacer las necesidades de todos los habitantes de las grandes ciudades. La creciente urbanización requiere de nuevas formas de afrontar los problemas y administrarlos siempre con miras a proteger el medio ambiente. Así debe solventarse el desempleo, el transporte público, los servicios de agua, luz y basura, así como el crecimiento de la cantidad de adultos mayores y los problemas que ello acarrea como el incremento en los costos de salud y pensiones.

La tecnología se convierte en un instrumento clave para impulsar posibles soluciones a algunos de los principales problemas. Las tecnologías de información asociadas con servicios e individuos han ido complementando o sustituyendo a las infraestructuras urbanas existentes, dando paso a una nueva infraestructura basada en sensores e interrelaciones entre dispositivos diversos, que abren las puertas al flujo de información y datos, y al desarrollo de nuevos procesos institucionales y organizacionales que, en su conjunto, han llevado al desarrollo y consolidación de ciudades Inteligentes¹ alrededor del mundo como Singapur, Barcelona, Buenos Aires o Dubai.

Conforme las ciudades se han ido desarrollando, los estudiosos han creado modelos que enfatizan

diversos aspectos, siempre priorizando a la gente y a la tecnología como factores alrededor de los cuales se ha construido una gran red que conforma un sistema de sistemas. Por su naturaleza, los modelos multidimensionales, que describen a una ciudad Inteligente, se integran por diversos componentes, mecanismos, principios y dimensiones que facilitan la construcción de redes de banda ancha, sistemas operativos y sistemas urbanos integrados (Komninos, Bratsas, Kakderi & Tsarchopoulos, 2015: 1). Algunos de estos modelos fueron analizados de forma breve en este documento y, a partir de ellos, se desarrolla un modelo integral para el entendimiento de una ciudad Inteligente como un todo holístico que conforma una gran red o un rompecabezas donde las piezas se interrelacionan para crear un todo. Consideramos que esta forma de conceptualizar las ciudades Inteligentes puede ayudar a entender más fácilmente no sólo las diferentes dimensiones o componentes, sino también sus interrelaciones, por lo que este modelo puede ser útil tanto para el estudio como para el desarrollo de iniciativas relacionadas con ciudades Inteligentes.

El presente artículo contiene seis apartados, incluyendo la presente introducción. Con el segundo apartado se busca conformar el marco teórico conceptual que permita entender los conceptos básicos relacionados con ciudades Inteligentes. Particularmente se explican sus componentes, dimensiones o subsistemas. En el tercero se identifican y explican los modelos existentes que se consideró son representativos de

¹ Resulta importante diferenciar el término *Smart*. El término significa 'inteligente' y refiere la capacidad de los seres humanos para razonar, pensar, comprender y aprender. Al ser aplicado a un aparato la connotación cambia y se entiende como una programación que permite en un momento dado realizar acciones independientes. Aplicado a la ciudad, implica el uso y aprovechamiento de las tecnologías de la información y los datos con la finalidad de mejorar la innovación, el aprendizaje y el conocimiento, así como realizar decisiones inteligentes para la solución de problemas y mejorar la calidad de vida de modo sustentable (Albino, Berardi & Dangelico, 2015: 1730; Komninos, 2002: 11, 188). En la literatura, el término envuelve a los conceptos de *Intelligent city*, *Weird city*, *Knowledge city*, *Virtual city*, *Digital city* y más (Vid., Cocchia, 2014: 19). Por tanto, en este documento se traduce el término *Smart* como Inteligente con mayúscula, lo que permitirá hacer énfasis en su contenido.

una visión más integral de ciudad Inteligente. En el cuarto se presenta la metodología llevada a cabo para esta investigación; en el quinto se plantea el modelo integral, y en el sexto se plasman las conclusiones.

HACIA UNA DEFINICIÓN MULTIDIMENSIONAL DE CIUDAD INTELIGENTE

Las ciudades del mundo continúan creciendo convirtiéndose en sistemas interconectados de personas, empresas, redes de comunicación y servicios que afectan la economía y el medio ambiente. En ellas vive más del 50% de la población mundial, lo que ha provocado que la infraestructura urbana –transporte, servicios de educación y salud, entre otros– haya sido rebasada. A ello habrá que adicionar el impulso que las tecnologías de información han tenido en la sociedad, dado que su ubicuidad ha facilitado la comunicación y la colaboración para lograr una mayor democratización y con ella nuevas formas de planear y gobernar. Es en este crecimiento poblacional urbano y de desarrollo tecnológico que se desarrolla una manera nueva e inteligente de administración urbana, donde se inserta la idea de la ciudad Inteligente o *Smart City*.

El concepto de ciudad Inteligente es impreciso. No hay una definición única a la cual se pueda acceder y que permita saber exactamente a qué se refiere esta idea. Así, se observan cuatro aproximaciones: a) ciberciudad o ciudad digital, entendida como una reconstrucción virtual de la ciudad; b) ciudad de la información, comunidades electrónicas o ciudad virtual, referida al uso de aplicaciones electrónicas y digitales para administrar operaciones y funciones de una ciudad; c) espacios inteligentes, donde el medio ambiente es integrado a las tecnologías de información para crear espacios interactivos, esto es, las tecnologías de información y los sistemas de sensores se

incrustan en los objetos cotidianos; d) territorio que integra sistemas de innovación y tecnologías de información dentro de una localidad combinados con creatividad, innovación y conocimiento (Komninos, 2006: 1-2).

Entonces, la ciudad Inteligente podría definirse como aquella donde las tecnologías de información son aprovechadas para crear datos que, al vincularse con el medio ambiente sustentable, la economía, la infraestructura urbana y la gobernanza, permiten lograr una mayor racionalización de los recursos y una administración más eficiente, integrando áreas que adoptan y promueven el aprendizaje, el desarrollo tecnológico y la innovación por un lado, y espacios digitales, procesamiento de la información, transferencia de conocimiento y herramientas tecnológicas, por el otro (Komninos, 2006: 1). El desarrollo de una ciudad Inteligente implica planeación, es decir, analizar aspectos y situaciones donde las tecnologías de información pueden ser aprovechadas para mejorar y beneficiar al ciudadano, lo que la convierte en un sistema complejo que emerge como estrategia para solucionar los problemas que conllevan el crecimiento poblacional y urbano. Esta estrategia se integra por redes de telecomunicaciones a las cuales se adhiere una inteligencia ubicua, sensores y conocimiento, que impulsan el desarrollo de datos que facilitan la emergencia de alianzas y relaciones inter-organizacionales (Chourabi *et al.*, 2012: 2289, 2290; Shelton, Zook & Wiig, 2014: 20).

Las ciudades se basan en diversos sistemas o dimensiones de infraestructura de redes y urbana, gobernanza y medio ambiente sustentable que son centrales para lograr su operación y alcanzar las metas programadas, y en diversos subsistemas o componentes interconectados (Dirks, Keeling & Dencik, 2009: 4, 5), que deben ser vistos globalmente para entender la manera cómo se relacionan e interactúan entre sí. Estos subsistemas

se conforman en los elementos clave para la constitución de una ciudad: infraestructuras en red (transporte, servicios empresariales, vivienda y diversos servicios públicos y privados); desarrollo urbano liderado por empresas medianas y grandes a través de la cooperación y consulta con el gobierno local y las comunidades; desarrollo económico a través de la creatividad que integra la tolerancia, el talento y la tecnología; el aprendizaje social, la educación y el capital social que promueve la inclusión y un medio ambiente sustentable referidos por un lado, a la cohesión social y el sentido de pertenencia, y por otro, al desarrollo urbano ecológico y 'verde' (Hollands, 2008: 308-310). Cuando estos subsistemas se interconectan con las tecnologías de información se da paso a sistemas inteligentes interconectados que coadyuvan a mejorar la prestación de servicios gubernamentales,

sociales, humanos o empresariales, al facilitarse su realización en tiempo real. Estos subsistemas son centrales para el surgimiento, operación y desarrollo de una ciudad Inteligente y son seis: gente, empresa, transporte, comunicación, agua y energía (figura 1). Estos subsistemas permanentemente enfrentan retos hacia la sustentabilidad. De ahí la importancia de realizar acciones para el desarrollo de una infraestructura de telecomunicaciones e informática en donde la interoperabilidad administrativa abarque los niveles nacional, regional y local, con el fin de mejorar e impulsar un buen funcionamiento y cuidar los recursos.

Se afirma que las ciudades Inteligentes existen a partir de la intersección de las tecnologías de información, las tecnologías disruptivas de innovación y el medio ambiente urbano. En este sentido, los datos son punto clave para el desarrollo (Dubbeldeman

Figura 1

SUBSISTEMAS INTELIGENTES EN UNA CIUDAD INTELIGENTE



Fuente: Elaboración propia, basados en (Dirks & Keeling, 2009: 5).

& Ward, 2015: 1). Los grandes datos (*big data*) y los datos abiertos son esenciales para promover la interacción y, para alcanzar una eficiente operación y planeación. Aunque no hay una definición rigurosa, los grandes datos pueden ser entendidos como un conjunto constituido por gran volumen de datos dinámico, variado, detallado, interrelacionado y de bajo costo, que puede conectarse y utilizarse para realizar mensajes, actualizaciones, imágenes, lecturas provenientes de sensores, señales GPS y más. Estos datos emanan, cambian y se mueven a gran velocidad en Internet, permitiendo obtener información en tiempo real (Kitchin, 2014: 3; Mayer-Schönberger, 2007: 17; McAfee & Brynjolfsson, 2012: 5). En contraste, los datos abiertos pueden pensarse como un conjunto de datos crudos colocados en Internet, que pueden ser utilizados por cualquiera y republicados como se desee sin restricciones de derechos de autor o cualquier mecanismo de control (Batagan, 2012: 138).

Las ciudades generan grandes cantidades de datos que deben ser abiertos para generar conocimiento e innovación. Son usados para obtener información de utilidad y proveer una mayor comprensión de las operaciones, de la sociedad, del gobierno o las empresas (Batagan, 2012:139-140; Kitchin, 2014: xvi); aspectos que facilitan la toma de decisiones, la colaboración, la transparencia, la comunicación, la creatividad y la innovación. Ahora bien, dependiendo del desarrollo de cada país, las ciudades Inteligentes adquieren características propias. Cada ciudad Inteligente es diferente, por tanto es necesario que se realice una planeación Inteligente que conduzca a soluciones Inteligentes y permita lograr el control de sus operaciones y desarrollo (Dirks & Keeling, 2009: 1, 4).

En las ciudades Inteligentes el uso de las tecnologías se combina, coordina e integra a las estructuras existentes tradicionales y permite

funciones inteligentes urbanas y formas de participación en línea, ya sea fija o móvil (Batty *et al.*, 2012: 481, 482); además de entregar datos e información de utilidad, por lo que es importante potenciarlas de tal manera que se conviertan en la columna vertebral de los espacios urbanos de innovación (Schaffers *et al.*, 2011: 433).

Las tecnologías disruptivas, emergentes y sustentables tienen un papel central al facilitar desarrollos y soluciones progresivas que transforman al mercado, estimulan la competencia y promueven el cambio (Fedkin, 2015), como la nube, el teléfono celular y otros dispositivos móviles, plataformas digitales y medios sociales, inteligencia artificial, robots, drones, co-creación, Internet de las cosas, o la economía compartida, entre otros (Dubbedeman & Ward, 2015: 41). En una ciudad Inteligente, Internet de las cosas es importante porque, además de permitir la interconexión segura y fiable entre objetos y personas en cualquier momento utilizando cualquier red y cualquier servicio (Dubbedeman & Ward, 2015: 45; Perera, Zaslavsky, Christen & Georgakopoulos, 2013: 1), promueve el uso de dispositivos móviles y la co-creación. El Internet de las cosas urbano beneficia la gestión y optimización de los servicios públicos tradicionales, además de estimular la gobernanza, la transparencia y, la participación (Zanella, Bui, Castellani, Vangelista & Zorzi, 2014: 22).

Finalmente, la sustentabilidad del medio ambiente urbano, entendida como una propiedad que permite que éste se diversifique y sea productivo de manera indefinida, se ha ido desarrollando para atender las necesidades presentes sin comprometer los recursos naturales, esto es, conseguir un mayor respeto por la naturaleza. Así, la sustentabilidad en una ciudad Inteligente puede establecerse desde tres criterios: el primero involucra elementos de calidad de

vida cotidiana, como aire limpio o espacios verdes, elementos que afectan directamente la salud y la productividad; el segundo examina emisiones de gas con efecto invernadero en las ciudades con intención de promover la inversión en infraestructuras nuevas de transporte público y transmisión de electricidad, así como sistemas de eliminación de aguas residuales, tratamiento y distribución de agua. El tercero se refiere a la capacidad para resolver y atender los desastres naturales (Khan, 2014: 1).

Además, para que una ciudad Inteligente funcione y de muestras de transformación debe contener dos principios básicos (Robinson, 2016: 1). Un plan único con una visión clara, breve y concisa que contenga el significado de la transformación, contando con la participación, compromiso e involucramiento de la sociedad, pero sobre todo la capacidad e interés de tomar decisiones para impulsar el progreso y, 2) Un acercamiento con la sociedad para conocer y analizar las necesidades específicas que deben ser atendidas prioritariamente.

MODELOS EXISTENTES DE CIUDAD INTELIGENTE

Para analizar y comprender las ciudades Inteligentes varios autores han creado modelos que buscan explicar la manera cómo éstas se integran, desarrollan y funcionan, así como algunos elementos que se consideran clave para su existencia. De manera breve se presentan a continuación varios de ellos. Un primer modelo fue creado por Nam y Pardo (2011: 285-286) en un intento por definir los elementos clave que integran una ciudad Inteligente. Este modelo construye un conjunto de componentes multidimensionales y extrae las raíces de los términos más utilizados para concluir en tres dimensiones: tecnológica, humana e institucional. Un segundo modelo es presentado por un

equipo de trabajo liderado por Giffinger (2007: 10-11), que analiza el desarrollo de las ciudades Inteligentes de tamaño medio en Europa. En este modelo se comparan características y se identifican fortalezas y debilidades de las ciudades Inteligentes para evaluar un desarrollo con vista hacia el futuro, sobre la base de una combinación de circunstancias locales con actividades realizadas por habitantes, gobiernos y negocios. La ciudad Inteligente es entendida como una ciudad que se desempeña, pensando en el futuro, sobre la base de seis características construidas en una combinación de talentos y actividades de autodecisión y de ciudadanos independientes y conscientes. Estas características son economía, gente, gobernanza, movilidad, ambiente y vida. Para explicar estas características del modelo, así como los resultados de su análisis, los autores dividen cada una de estas características en factores, y cada factor en indicadores.

Un tercer modelo es conocido como Triple Hélice (Leydesdorff & Deakin, 2011: 56-57). Este modelo de carácter económico analiza las redes de relaciones entre universidades, industrias y gobierno desde el conocimiento, señalando la integración de tres funciones que lo configuran y modelan redes de producción organizada de conocimiento. El modelo se basa en tres canales de comunicación representados por la universidad, la ciudad y la región, las cuales interactúan y se convierten en ejes para el conocimiento, el aprendizaje y el capital intelectual. Un cuarto modelo fue diseñado por Cohen (2015), que señala que las ciudades inteligentes se han desarrollado en tres momentos:

El momento Smart City 1.0 de visión centrada en la tecnología de las ciudades Inteligentes, crea un ambiente atractivo para los innovadores de la tecnología urbana, que a su vez tienen el potencial de incrementar el empleo y desarrollar la

economía. El momento Smart City 2.0, en el cual los administradores de la ciudad se centran cada vez más en soluciones tecnológicas como facilitadores para mejorar la calidad de vida con proyectos, como Wi-Fi en espacios públicos, iluminación inteligente y la promoción de vehículos eléctricos. En el momento de ciudad Inteligente 3.0, las ciudades están empezando a adoptar modelos de co-creación ciudadana para ayudar a impulsar la próxima generación de ciudades más inteligentes. Estas ciudades se construyen sobre soluciones claras e inteligentes, co-creadas con los ciudadanos locales y tecnologías que permiten mejorar la calidad de vida de las ciudades para hacerlas más sustentables, lo que las hace ser receptoras de esas tecnologías y objeto de su aplicación (Cohen 2012; Cohen, 2016; Glasmeier & Christopherson, 2015: 4). Las tecnologías de información son utilizadas para crear aplicaciones inteligentes interoperables, aplicaciones para la prestación de servicios y dispositivos interactivos para dar lugar a capacidades inteligentes (Landry, 2014). Ejemplos de estas ciudades son Vancouver o Viena donde los proyectos han sido apoyados por inversión ciudadana. Cohen (2013), inspirado por el trabajo de los autores anteriores, desarrolló la Rueda de la Ciudad Inteligente (Smart City Wheel). En el centro de la rueda, como ejes de la ciudad se encuentran gente Inteligente, gobierno Inteligente, economía Inteligente, ambiente Inteligente, movilidad Inteligente y vida Inteligente, y de ellos se desprenden los principales indicadores que sirven de guía para la implementación y entendimiento de la misma.

El quinto modelo corresponde a la ciudad idealista o ciudad inteligente ‘desde cero’ (*from scratch*) con una perspectiva socio-técnica. Esta ciudad es entendida como una entidad nueva construida donde nada existía antes, a partir de avances tecnológicos, economía sustentable

y desarrollos que permiten mejorar el medio ambiente. Estas ciudades se planean en terrenos sociales y físicamente vírgenes, esto es, sin edificios o infraestructura urbana y tienen como objetivo atraer nuevos residentes y empresas que a la vez sean usuarios y desarrolladores de soluciones tecnológicas inteligentes, como es el caso de Masdar y Songdo, que si bien todavía están técnicamente en proceso, ya son habitables (Carvalho, 2015: 45-46; Sadowski & Pasquale, 2015).

METODOLOGÍA

A partir de la revisión de los cinco modelos y de la literatura existente, el análisis realizado y sus resultados permitieron observar, por un lado, diferentes concepciones para denominar a una ciudad Inteligente, que se basan a veces en inversiones, otras en tecnologías de la información, otras en avances urbanísticos. Por otro lado, la existencia de múltiples términos utilizados para categorizar los elementos clave que se inter-relacionan y entre-cruzan en una ciudad Inteligente. En los modelos descritos se encontraron dimensiones, factores, componentes, ejes, nichos, procesos que no guardan un orden y en ocasiones se traslapan, esto es, lo que para algunos autores son dimensiones, para otros son factores, componentes o elementos coordinadores.

Los modelos han privilegiado algunos aspectos como tecnologías, gente o movilidad. Pero, para prevalecer en este ambiente se hace necesario abandonar las tendencias que apuntan a soluciones tradicionales y enfocarse en el ambiente donde las tecnologías de información crean redes de acceso a personas, dispositivos y datos. Un modelo integral demanda la incorporación de todas las partes integrantes del sistema y lograr una visión holística (de unidad), donde se integren las diversas dimensiones, factores, componentes y ejes de tal manera que se

obtenga un modo inclusivo, comprensivo y lo más completo posible. Debe aclararse que este modelo integral no compara ni hace un análisis estricto de cada uno de los modelos anteriores, pero inspirado en ellos, utiliza algunas de las categorías creadas por sus autores para conformarse de manera entendible.

Derivado de lo anterior, el trabajo que se realizó inicialmente fue una tabla con todos los elementos de los modelos anteriores, por un lado, identificar en qué categoría se encontraba cada uno de ellos, y por otro, determinar las categorías que podrían incorporarse en un modelo integral. Para ello, se definió cada categoría para delimitar en cuál de ellas debía quedar cada elemento. Así se entiende que una dimensión refiere una totalidad de las partes y se mide en razón de tamaño, volumen o capacidad; un factor es una situación o hecho que influye en los resultados; un componente es el conjunto de elementos que se combinan con otros para producir resultados; los ejes son líneas que permiten ubicar la posición de una acción; las características son las particularidades o propiedades que definen lo que se analiza; la estrategia es un plan detallado o un conjunto de acciones para alcanzar un objetivo o meta específica. Aunque solamente un autor menciona nichos y regiones es importante señalar su referencia, dado que los primeros refieren una posición adecuada para el fin que se persigue y las segundas una zona o área donde se instala la ciudad Inteligente (Cambridge University Press, 2018; Real Academia Española, 2018).

PROPUESTA DE MODELO INTEGRAL Y MULTIDIMENSIONAL DE CIUDAD INTELIGENTE

Un modelo integral debe abarcar todo lo que sea necesario para una ciudad Inteligente, por lo que se consideró importante establecer categorías e incluir en ellas los elementos que se reconoció y que son claves para el desarrollo

de la ciudad Inteligente. Para ello se distingue entre dimensiones, factores y estrategias. Las dimensiones son las áreas que serán afectadas o en las cuales se deben llevar a cabo acciones; es decir, los elementos de la ciudad que se espera sean positivamente afectados por los esfuerzos e iniciativas relacionados con ciudades Inteligentes. Los factores y sus correspondientes indicadores son los recursos y capacidades de la ciudad que, al combinarse, influyen o crean las posibilidades de que la ciudad pueda lograr impactos en las dimensiones o áreas deseadas. Finalmente, las estrategias son decisiones de los gobernantes y otros actores sociales con autoridad o influencia en la ciudad. Las estrategias se refieren tanto a cómo usar los recursos y capacidades de la ciudad para lograr mejores resultados en todas las dimensiones relevantes, como a ciertos factores externos, ya que considerarlos es un paso necesario para un mejor entendimiento de la situación.

Dimensiones

Las dimensiones, como partes constitutivas de una ciudad Inteligente, incluyen áreas relacionadas con las empresas privadas, las universidades existentes en la ciudad y el gobierno.

Dimensión industria/empresa

Integra las empresas/industrias que pueden apoyar con recursos tecnológicos, económicos e innovación. Bajo esta dimensión las ciudades Inteligentes logran un desarrollo urbano impulsado por aquellas empresas/industrias que consultan y cooperan con los gobiernos y las comunidades para lograr avances importantes, conformando redes de información y colaboración público-privada, donde el sector tecnológico recibe un gran impulso en materia de infraestructura de telecomunicaciones (Heurkens, 2012: 2; Hollands,

2008: 308). A través de esta colaboración se pueden impulsar mejoras en salud, seguridad y economía, haciendo a las ciudades más sustentables. Las soluciones para estos retos se encuentran en la interconectividad, el uso de los grandes datos, la colaboración y el análisis de los datos, así como en la cohesión social, la inclusión, la solidaridad y la capacidad de recuperación ante la adversidad (Dubbedeman & Ward, 2015: 15-16). Estas soluciones deben caracterizarse por ser intuitivas y satisfacer plenamente las necesidades sociales, buscando una mejor toma de decisiones (Dubbedeman & Ward, 2015: 18).

Dimensión universidad/academia

Integrada principalmente por la ciencia y la tecnología, permite el desarrollo de nuevas medidas para dar solución a las necesidades de la gente que habita la ciudad, y promueve la innovación y la creatividad. Esta dimensión, en general, produce los elementos necesarios para lograr los avances tecnológicos y sociales, competitividad y crecimiento económico, en una mancuerna de I-D-i (investigación, desarrollo e innovación). En esta misma dimensión se ubica la alfabetización digital que provee de habilidades y competencias para el aprovechamiento y uso de las tecnologías de la información; la inteligencia artificial que utiliza los datos enormes para apoyar la salud, tanto para el diagnóstico como para el tratamiento al utilizarse; la robótica que, a través del uso de sensores avanzados, permite a los pacientes permanecer en casa. Universidades y empresas expertas en tecnologías como Google o Amazon están construyendo enormes negocios que aprovechan y amplían la infraestructura construida por los servicios públicos y regulada por entidades federales, estatales y locales, las cuales a su vez aplican las innovaciones tecnológicas en la prestación de servicios (Azer, s/f).

Dimensión Sector Público

En este espacio se concentran los sectores y niveles de gobierno que permiten realizar las acciones de mejora e implementación de sistemas Inteligentes. En una ciudad Inteligente intervienen las autoridades que conforman los gobiernos, las normas que regulan los comportamientos sociales y el conjunto de estrategias que sirve de guía para diseñar políticas de renovación y robustecer las fortalezas con miras a obtener ventajas de las oportunidades. Corresponde a esta dimensión propiciar un cambio en el rol y funcionamiento de la gobernanza urbana mediante el fomento del aprendizaje social, la inclusión, el desarrollo comunitario y la creación de una interface unificada entre ciudad, autoridades, organizaciones comerciales y ciudadanos (Hollands, 2008: 308). Las tecnologías de la información han potenciado una e-gobernanza que ha resultado de gran utilidad para acercar las iniciativas de ciudad Inteligente a los ciudadanos y mantener los procesos de decisión e implementación transparentes (Albino *et al.*, 2015: 12); además de fomentar la cooperación entre ciudades y garantizar que todos los ciudadanos coordinados tienen acceso a las tecnologías de la información, obtienen conocimiento y participan junto con las administraciones públicas para lograr un desarrollo tecnológico más expedito.

Dimensión sustentabilidad/ciudadano

La sustentabilidad se convierte en un foco de atención para promover acciones que hagan a las ciudades económicamente viables, socialmente equitativas y que contribuyan a la protección del medio ambiente (*Three "E's": economy, environment, equity*) (Saha & Paterson, 2008: 27). Además, la sustentabilidad abarca procesos de gobernanza urbana y planeación que

deben ser tomados en cuenta en los programas gubernamentales para lograr una vinculación con los problemas y darles solución (Kenworthy, 2006: 67). El ciudadano se coloca en el centro del desarrollo y la planeación, dado que no sólo es el beneficiario directo de la sustentabilidad, creando comunidades sustentables, sino que mejora con ella la calidad de vida. Con la participación y el uso de las tecnologías de información fijas o móviles no solo se mantiene informado, se comunica y toma decisiones, sino que colabora en el orden de la urbanización (Jenks & Dempsey, 2005: 1, 3; Portney, 2013: 6). Esta dimensión ha sido promovida como una visión a largo plazo que guía la planeación. Para facilitarla, Portney creó el índice de sustentabilidad que integró siete grupos a ser considerados en el desarrollo de una ciudad Inteligente: proyecto de indicadores; actividades de crecimiento inteligente; planificación del uso del suelo; transporte; prevención de la contaminación; conservación de energía y recursos; y administración y gestión (Saha & Paterson, 2008: 23).

Dimensión infraestructura

La infraestructura en la ciudad Inteligente será la clave para la construcción de una plataforma operacional que gestione los recursos y favorezca la reducción de costos. Así, una infraestructura urbana base, en una ciudad Inteligente, debe lograr una articulación y aprovechamiento de datos y sensores que facilite el desarrollo de soluciones inteligentes para generar oportunidades y resultados económicos que permitan alcanzar la sustentabilidad. Por tanto, una infraestructura urbana Inteligente debe responder a los desafíos mediante la aplicación de ideas

innovadoras, integración total de infraestructuras, la interoperabilidad de servicios y la distribución de sistemas que promuevan:

- Adecuado suministro de agua y electricidad.
- Saneamiento, incluida la gestión de residuos sólidos.
- Movilidad urbana y transporte público eficientes.
- Viviendas asequibles.
- Robusta conectividad informática y digitalización.
- Buen gobierno, especialmente e-Gobernanza y participación ciudadana.
- Ambiente sustentable.
- Seguridad y protección de los ciudadanos, y
- Salud y educación sólidas (International Electrotechnical Commission, 2014: 4, 26).

Para lograr una integración total deben incluirse en la infraestructura tecnológica y de telecomunicaciones, la integración vertical y horizontal,² así como la infraestructura física (edificios, calles, puentes) para transformar a la sociedad en sus actividades cotidianas. A través de estas infraestructuras se logra crear un ambiente donde la interoperabilidad, la colaboración, la innovación y la información son compartidas por los ciudadanos (Nam & Pardo, 2011: 285).

Factores

Los factores incluyen situaciones, hechos, recursos y capacidades de la ciudad, así como algunas variables que afectan a una o varias dimensiones de una ciudad Inteligente e influyen en los resultados.

² La integración vertical se encuentra en los depósitos de infraestructura y servicios existentes, como energía o transporte; la integración horizontal provee de un conjunto de interfaces estandarizadas y aplicaciones abiertas que permite incrementar los servicios, con lo cual se logra innovar, alcanzar una mayor eficiencia y generar nuevas oportunidades.

Factor humano

El factor humano es vital. Alrededor de este debe girar toda acción que promueva una mejor calidad de vida y supere los retos de la nueva urbanización. La creatividad, y con ella el aprendizaje, la educación y el conocimiento son impulsores de una ciudad Inteligente, como lo es el establecimiento de una infraestructura humana donde las redes de conocimiento, el ambiente libre de criminalidad y una economía de entretenimiento favorezcan el desarrollo (Nam & Pardo, 2011: 285).

El papel que la gente tiene en ciudad Inteligente se basa en tres niveles que se han modificado con el uso de las tecnologías de la información:

- El capital social que se desarrolla a partir de la infraestructura y conectividad de datos abiertos e información. Se relaciona con las habilidades, la educación, la competencia y la creatividad.
- El capital humano basado en la inteligencia comunitaria y en el conocimiento. Permite un ambiente competitivo para lograr un desarrollo urbano impulsado por empresas.
- Gobernanza participativa que impulsa una aproximación inclusiva hacia una ciudad social y sostenible (Dameri, 2017: 36-38; Hollands, 2008: 306).

Las personas en una ciudad Inteligente comprenden la importancia de relacionarse para ayudarse y tener oportunidades, lo que favorece el desarrollo de un ambiente de confianza y colaboración. Ser Inteligente no solamente se refiere a ser inteligente, tener un pensamiento crítico y un razonamiento lógico, sino a trabajar para mejorar el funcionamiento de las diversas actividades con el uso y aprovechamiento tecnológico (Gupta, Mustafa & Kumar, 2017: 27).

Factor tecnológico

El factor tecnológico es esencial en una ciudad Inteligente, porque el potencial de las tecnologías puede transformar la vida y el trabajo, especialmente cuando las personas las utilizan para innovar, aprender y resolver problemas (Hollands, 2008: 305). En una ciudad Inteligente la conectividad y las comunicaciones inalámbricas son básicas y promueven la interoperabilidad y el uso de Internet de las cosas para establecer una red basada en datos, sensores y diversos objetos que comparten información y realizan diversas tareas. Con esta tecnología se logra el acceso e interacción con múltiples dispositivos que dan lugar a la ubicuidad y al desarrollo de diversas aplicaciones, lo que resulta de gran utilidad para proveer nuevos servicios a los ciudadanos, empresas y administraciones públicas (Zanella *et al.*, 2014: 22), así como hacer a la ciudad más eficiente para optimizar los recursos.

Factor visión y liderazgo

La visión es un factor clave para promover la sustentabilidad en una ciudad Inteligente. La visión representa las metas y objetivos clave que son compartidos con los seguidores, por tanto, permite identificar los obstáculos para mejorar la interacción usuario-ciudad (Barker, 2017: 14), conocer los problemas urbanos, enfocar perfectamente las metas y compromisos y actuar de manera planeada y organizada. Desarrollar una visión, así como un mapa de ruta y un plan de implementación se convierten en procesos clave para establecer la arquitectura de la ciudad Inteligente, lograr la aprobación de la sociedad y empezar con la mejora de los sistemas operativos existentes (International Electrotechnical Commission, 2014: 27).

Al diseñar las ciudades Inteligentes la visión o conjunto de visiones deben definir exactamente qué es lo que se desea alcanzar a largo plazo,

como pudiera ser lograr una red funcional de transporte que no dañe el medio ambiente, o desarrollar un sistema de reciclado, reúso, eliminación y disposición de la basura. En este sentido, el liderazgo Inteligente orientado en conocimientos y experiencias entiende mejor los procesos y las tecnologías involucradas con ellos; así como prevé los impactos y promueve ideas e innovaciones donde las prioridades Inteligentes están determinadas por agentes locales (Birmingham Business School, n.d.: 3; Nicholds, Gibney, Mabey & Hart, 2017: 256). Así, es esencial hacer uso de soluciones digitales basadas en ciertas tecnologías de información, para que junto con el liderazgo, el compromiso ciudadano y la comunicación se promueva la cooperación y la competencia (Ferrer, 2017: 73).

Factor legal

No existe un marco legal específico para las ciudades Inteligentes, por lo que el gobierno tiene la tarea de modificar y adaptar las leyes existentes para alinearlas con los objetivos de la ciudad Inteligente que se desarrolla (Kakati, 2017). Si bien, el marco legal referido a la tecnología digital es clave, el referido a la protección de la privacidad es también esencial dado el flujo de datos personales que se encuentran en las esferas pública/gobierno, privada/empresas y de terceros. Así mismo, el marco legal y regulatorio referido a la construcción y contratación pública debe adaptarse al nuevo diseño urbano donde las regulaciones deben poner el foco de atención en el cambio tecnológico, el cambio energético, el cambio sustentable. Siguiendo esta lógica, el marco legal y regulatorio de las instituciones debe considerar la gestión de los datos, de las tecnologías de los sensores y las nuevas formas de empleo (Geffray & Auby, 2017: 14-15). De forma paralela, debe trabajarse la creación de un marco legal relacionado con ciberseguridad y estandarización de equipos.

Factor económico

En una ciudad Inteligente la economía es crucial para lograr los cambios que se desean realizar. Las ciudades Inteligentes contribuyen al crecimiento de la economía porque las tecnologías de la información no sólo promueven la eficiencia y la reducción de costos, sino que disminuyen el desempleo y la pobreza para mejorar la calidad de vida (Musa, 2017: 5-6). El uso de las tecnologías de información impulsa el uso de datos, lo que obliga a la creación de centros de almacenamiento de estos, de empresas con tecnología avanzada y espacios de análisis de datos. El conjunto de datos crudos y los analizados puede ser utilizado para el comercio y venta de datos a compradores que desean emprender un nuevo negocio, a empresas que desean conocer su situación en el mercado o al gobierno para planear nuevos programas y proyectos (Davie, 2018). Así mismo, el incremento de la digitalización y automatización, la inteligencia artificial, los sensores y la analítica dan lugar a ahorros importantes que favorecen la creación de fondos de reserva para promover inversiones. Entonces, la economía puede alcanzar niveles estables que se entrelazan con la sustentabilidad y el bienestar social (Gorynski, Gelsion & Müller, 2018).

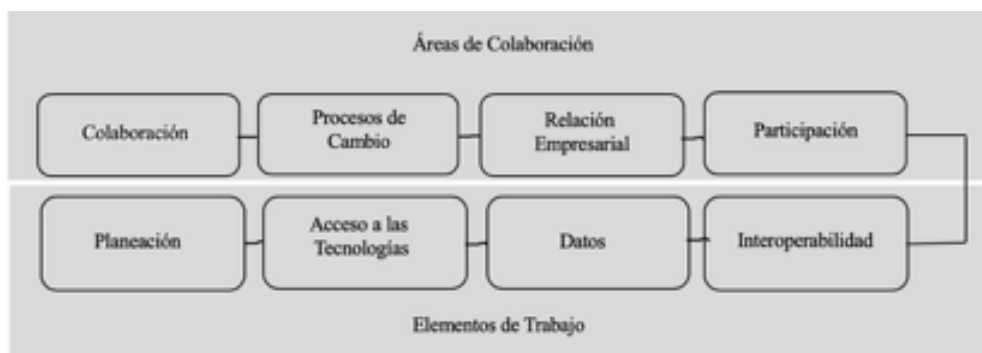
Estrategias

Las estrategias son acciones que ayudan a aprovechar los factores de la mejor manera posible y lograr cambios en las dimensiones que conlleven al desarrollo y consolidación de una ciudad Inteligente. Las estrategias abarcan los ámbitos económico, político, social y medio-ambiental, teniendo como centro de acción, en algunos casos, las tecnologías de información y el análisis de datos para la solución de problemas y mejorar la toma de decisiones; en otros, un ecosistema de innovación que permite la creación y adopción de soluciones (Eskelinen, 2017: 6).

Para tener una visión más completa de una ciudad Inteligente existen ocho estrategias (Eurocities, 2016). Las cuatro primeras integran las áreas de colaboración y las segundas, grupos de trabajo o puntos clave que deben utilizarse y enfatizarse para lograrla: 1) obtener la colaboración mediante una cooperación, co-creación y conformación de grupos donde los ciudadanos

que promuevan la apertura, accesibilidad y uso de los datos; realizar una aproximación a los datos abiertos dirigiendo las acciones hacia datos Inteligentes y; 8) facilitar el acceso a las tecnologías mediante la interrelación para lograr el intercambio de información como pre-requisito para lograr la inclusión digital y cerrar la brecha entre las ciudades más o menos Inteligentes.

Figura 2
ESTRATEGIAS PARA UNA CIUDAD INTELIGENTE



Fuente: Adaptación del esquema de Eurocities (2016).

sean el centro del proceso de toma de decisiones; 2) promover un proceso de cambio mediante el desarrollo de proyectos de ciudad Inteligente y estrategias administrativas de impacto, la hechura de políticas públicas y la interacción con el ciudadano; 3) mejorar el diálogo y colaboración entre empresa y ciudad, impulsando el mercado local y escalando soluciones inteligentes en beneficio de la ciudad; 4) promover la participación de los diversos agentes públicos, privados, ciudadanos e interesados; 5) realizar una planeación acertada y un mapa de ruta que dirija de forma segura las acciones a realizar; 6) acrecentar el acceso a la banda ancha y WiFi, reducir los costos de tecnologías y promover su uso y aprovechamiento; 7) desarrollar estándares

Estrategias de colaboración

Impulsar estrategias de colaboración es esencial en una ciudad Inteligente para lograr acuerdos y trabajo conjunto. Para ello es necesaria la comunicación y la colaboración entre agencias gubernamentales y no gubernamentales, universidades, empresas y ciudadanos. Las estrategias de colaboración invitan a compartir, participar y ayudar a la solución de problemas complejos en la ciudad; son clave para alcanzar resultados exitosos y acercar a personas, organizaciones, autoridades regionales y municipales para que, compartiendo conocimiento y recursos, puedan de manera eficiente y económica lograr la transformación Inteligente de una ciudad (Boorsma, Baekelmans & Bennett, 2018).

Estrategias de procesos de cambio

Es importante considerar la implementación de estrategias de procesos de cambio para impulsar innovaciones y alcanzar metas reales y lograr la creación de una ciudad Inteligente sustentable. La planeación y con ella la visión obligan a realizar un análisis profundo de la situación de la ciudad considerando la geografía y las características de la población. Realizar procesos de cambio implica un estudio de factibilidad de inversiones, políticas públicas, el desarrollo de proyectos enfocados a la ciudad Inteligente para proveer a ésta de los elementos necesarios para el intercambio de ideas, la colaboración y participación. Para su aplicación, es esencial analizar el impacto de los cambios antes de su implementación; observar la capacidad humana para la operación del cambio, así como la infraestructura y las posibilidades de modernizar ésta (International Electrotechnical Commission, 2014: 28).

Estrategias de Relación Empresarial

Establecer estrategias para fomentar la relación de las empresas nacionales e internacionales entre sí, con el gobierno y el ciudadano favorece el desarrollo de la ciudad Inteligente, porque el reuso de plataformas, la interoperabilidad, la compartición y aprovechamiento de los datos y conocimiento traen consigo ahorros importantes. Cuando las empresas tecnológicas se vinculan producen soluciones e ideas innovadoras que, al comprender el comportamiento de las ciudades, ciudadanos y clientes, dan lugar a la creación de círculos virtuosos basados en la cooperación con propuestas innovadoras que generan resultados positivos con valor para los participantes (Griful, 2013: 3; IsGlobal, 2017: 14; Simosko & Dromi, 2017).

Estrategias de participación

Estas estrategias permiten el involucramiento del ciudadano en el gobierno para transformar el contexto donde vive, diseñar programas y tomar decisiones informadas, aprovechándose el conocimiento y la experiencia. Con el uso de las tecnologías de información y comunicación los ciudadanos pueden intercambiar ideas entre sí y con los gobernantes para crear un sistema Inteligente que facilite la obtención de soluciones Inteligentes a los problemas, con una visión y compromiso para trabajar de manera conjunta en comunidades. Establecer estrategias de participación fomenta la colaboración, la innovación y la creatividad para lograr una ciudad Inteligente más comprometida y eficiente.

Estrategias de planeación

Las estrategias de planeación en una ciudad Inteligente se refieren normalmente a diferentes niveles de desarrollo. Se conforman por programas y proyectos iniciados por agencias gubernamentales e iniciativas emergentes que provienen de diversos actores interesados. Cuando la estrategia emerge de ciudades construidas desde cero, se observa una planeación desde arriba hacia abajo, normalmente sin involucramiento de los ciudadanos. En ellas son incorporadas fácilmente las tecnologías de información y se crean ambientes Inteligentes. Cuando las ciudades ya existen y se presentan múltiples problemas urbanos y fuerzas en conflicto, se observa una planeación de abajo hacia arriba que implica una selección cuidadosa de proyectos e iniciativas con miras a lograr objetivos concretos y relacionados con los problemas existentes (Komninos, Tsarchopoulos & Kakderi, 2014: 30-31). El involucramiento de los actores interesados va de la mano con la estrategia y la gestión que se realiza, la utilización Inteligente de las tecnologías de información, así como el desarrollo y

establecimiento de una oficina central que coordine las ideas e iniciativas, así como los proyectos y agentes públicos, privados, ciudadanos e interesados involucrados (Manville *et al.*, 2014: 11).

Estrategias de acceso a las tecnologías

La construcción de estrategias de acceso a las tecnologías debe dirigirse hacia la elaboración de un plan en el cual se detalle la manera cómo las personas deben utilizar las tecnologías para que se alcancen las metas programadas. Estas estrategias deben incluir las áreas de información abierta; desarrollo de aplicaciones móviles y aplicaciones empresariales; inteligencia de negocios; creación de un plan de seguridad de toda la ciudad; dotar a la ciudad de infraestructura de fibra óptica de tecnologías de la información, además de un protocolo de voz sobre Internet (VoIP), banda ancha y Wi-Fi en toda la ciudad (Frost, Hernández, Yu, Golden & Chang, 2013: 4).

Es imprescindible tener en cuenta que las tecnologías están en constante cambio, por lo que es necesario considerar el incremento de velocidad en Internet y banda ancha; la presencia de aplicaciones inalámbricas y móviles (teléfonos inteligentes o tabletas) y la adopción del sistema 'trae tu propio dispositivo' (más conocido como BYOD por sus siglas en inglés: bring your own device) en las organizaciones; la computación en la nube; el impulso que ha recibido el comercio electrónico, los medios sociales de comunicación (Twitter, Facebook, YouTube, etc.); la inteligencia empresarial; y la posible integración de interfaces GIS (sistemas de información geográfica) para promover la colaboración y recolección de datos (Frost *et al.*, 2013: 17-18).

Así mismo, se requiere tener en cuenta el establecimiento de un área específica responsable de la toma de decisiones referidas a la inversión tecnológica para facilitar la viabilidad y el control (Frost *et al.*, 2013: 23), de tal manera

que el sistema de servicios asegure que las elementos de las infraestructuras tecnológica, de telecomunicaciones y física están vinculados y en funcionamiento para que pueda proveerse de buen servicio a la ciudadanía.

Estrategias de datos

La estrategia de datos es un plan diseñado para mejorar la manera de adquirir, almacenar, gestionar, compartir y utilizar los datos. La idea de crear esta estrategia de datos es asegurar que los datos sean administrados, utilizados, compartidos, y movidos con facilidad de manera eficiente como un valor. Su función por tanto es construir métodos prácticas y procesos de gestión que permitan un manejo sencillo y su aprovechamiento. Una estrategia de datos se integra por cinco componentes que trabajan de forma conjunta para apoyar la gestión de datos (SAS, 2018: 4-11): a) identidad, permite la identificación de los datos y entender su significado conforme a su estructura, origen y localización; b) almacenamiento, mantiene los datos en una estructura y ubicación que permite fácilmente que estos sean compartidos y procesados; c) uministro, provee de paquetes de datos que pueden ser reusados y compartidos, además de proveer de reglas y guías de acceso para datos; d) proceso, mueve y combina datos que residen en diversos sistemas para transformarlos, formatearlos y crear conjuntos de datos homogéneos que pueden ser combinados o integrados; e) gobernanza, establece y comunica políticas de información y mecanismos para el buen uso de los datos.

Estrategias de interoperabilidad

Se requiere de estrategias de interoperabilidad (dispositivos y sistemas actuando conjuntamente para intercambiar, transformar o interpretar

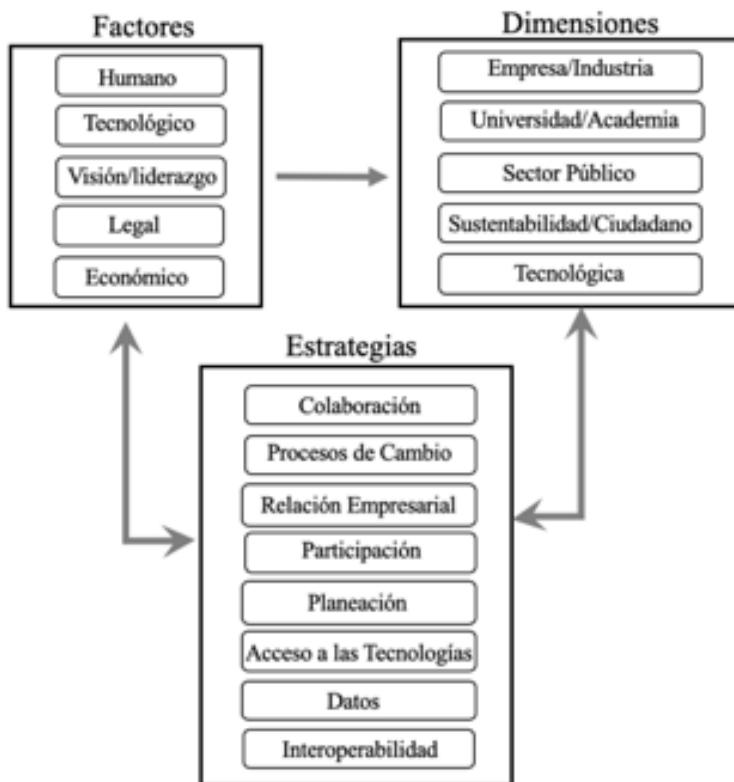
datos e información), que no sólo faciliten la comunicación y el intercambio de datos en los diversos sistemas, sino que promuevan mejores decisiones y la cooperación, posibilitando adoptar 1) estándares que aseguren que los componentes de diversos proveedores y tecnologías interactúan

tecnologías y funciones, así como fortalezca la gobernanza (Lallana, 2008: 3).

Estas dimensiones, factores y estrategias presentadas nos permitieron elaborar la Propuesta de Modelo Integral y Multidimensional de Ciudad Inteligente, que se resume en la figura 3.

Figura 3

PROPUESTA DE MODELO INTEGRAL Y MULTIDIMENSIONAL DE CIUDAD INTELIGENTE



Fuente: Elaboración propia con autores de los modelos y documentos citados en el apartado.

sin problemas, garantizando la protección de la confidencialidad y la privacidad (International Electrotechnical Commission, 2014: 5); y 2) arquitectura que facilite la alineación entre

CONCLUSIONES

Este documento propone un modelo integral de ciudad Inteligente que ayude a aclarar el concepto

e integre un todo holístico. La literatura demostró la existencia de múltiples definiciones para el término, además de varias concepciones y modelos que integraron los elementos y categorías de diferente manera. Cabe comentar que la complejidad que envuelve a una ciudad Inteligente resultó ser de gran dificultad para crear un modelo integral que incluyera todos los aspectos que ésta involucra. Con todo, la diferenciación realizada en la metodología permitió observar la manera como dimensiones, factores y estrategias interactúan, se retroalimentan y conviven, dando como resultado este modelo. Las dimensiones son las partes constitutivas de una ciudad Inteligente, incluyendo áreas relacionadas con el gobierno, las empresas privadas y las universidades existentes. Los factores incluyen situaciones, hechos, recursos y capacidades de la ciudad que influyen en los resultados. Finalmente, las estrategias son acciones que ayudan a aprovechar los factores de la mejor manera posible y de esa forma lograr cambios en las dimensiones que lleven al desarrollo y consolidación de una ciudad inteligente.

El modelo integral presentado en este artículo sugiere la conformación de una red, cuyo hilo conductor se encuentra en las estrategias que promueven no sólo la participación y colaboración entre los diversos actores nacionales, regionales e internacionales, sino que respaldan la realización de cambios en los procesos mediante el uso de datos que al analizarse dan lugar a nuevo conocimiento y el aprovechamiento de sensores y de tecnologías de información en conjunto para promover una mayor comunicación y un ambiente sustentable. Para ello, se establece el compromiso de otorgar acceso a las tecnologías, lograr la interoperabilidad y con ella una estructura de gobernanza en donde un gran número de actores sociales participe en las principales decisiones de la ciudad.

A través del modelo integral presentado, tanto las dimensiones como los factores y las estrategias,

son fundamentales para impulsar la innovación, crear y fortalecer relaciones, dar solución a diversos problemas, e ir desarrollando una ciudad inteligente consolidada. Si bien se consideraron múltiples aspectos y áreas que por sí mismas son tema de discusión y análisis, el principal objetivo de este artículo ha sido integrarlas para dar lugar a un nuevo modelo de ciudad Inteligente que presenta una perspectiva de gran utilidad para entender lo que significa adentrarse en el desarrollo de una ciudad Inteligente, considerando estos complejos y numerosos aspectos que se pueden ir entrelazando para llegar a un resultado deseado.

Como cualquier investigación, este estudio tiene ciertas limitaciones. Como ya se comentó crear un modelo de ciudad Inteligente es un reto muy complejo dadas las múltiples capas que la conforman y que interactúan entre sí. En este estudio se trató de integrar todo lo existente hasta el momento; sin embargo, conforme las ciudades Inteligentes van surgiendo, de la mano se van incorporando nuevas capas, lo que se presta a estar actualizando el modelo para que no pierda su carácter de integral. Del estudio también emergen algunas recomendaciones, incluyendo: 1) mejorar el conocimiento de la ciudad; 2) enfocar los esfuerzos en los problemas principales; 3) conocer las capacidades y habilidades humanas, tecnológicas y económicas; 4) diseñar proyectos de corto alcance con metas alcanzables evaluando resultados y posibilidades para nuevos proyectos; 5) observar las buenas prácticas y aprender de ellas; 6) estar pendiente de las limitaciones y riesgos; así como 7) buscar permanentemente el involucramiento de los agentes públicos, privados, organizaciones y ciudadanos interesados.

REFERENCIAS

1. Albino, V., Berardi, U. & Dangelico, R. M. (2015), "Smart Cities: Definitions, Dimensions, Performance, and Initiatives",

- Journal of Urban Technology*, vol. 22, núm. 1, pp. 3-21. Retrieved from <https://doi.org/10.1080/10630732.2014.942092>.
2. Azer, R. (s/f), *Private Industry has a Role to play in Developing Smart Cities*. Retrieved March 1, 2017, from Black & Veatch website: <https://www.bv.com/Home/news/solutions/Smart-Cities-Telecom/Private-industry-role-developing-smart-cities>, Accessed Nov 3, 2017.
 3. Barker, A. (2017), "City Smarts", *Lighting Journal*, pp. 14-15.
 4. Batagan, L. (2012), "Open Data for Smart Cities", *Economy Informatics*, vol. 12, núm. 1, pp. 136-142.
 5. Batty, M., Axhausen, K. W., Giannotti, F., Pozdnoukhov, A., Bazzani, A., Wachowicz, M., Portugali, Y. (2012), "Smart cities of the future", *The European Physical Journal Special Topics*, vol. 214, núm. 1, pp. 481-518. Retrieved from <https://doi.org/10.1140/epjst/e2012-01703-3>.
 6. Birmingham Business School (n.d.), *Smart Leadership for Smart Cities*. Retrieved from <https://www.birmingham.ac.uk/Documents/college-social-sciences/business/research/smart-cities-project.pdf>, Accessed Jan 27, 2017.
 7. Boorsma, B., Baekelmans, J. & Bennett, R. (2018, may 31), *The power of collaboration for the digital innovations of Smart Cities*. Retrieved from GreenBiz website: <https://www.greenbiz.com/article/power-collaboration-digital-innovations-smart-cities>, Accessed January 12, 2019.
 8. Cambridge University Press (2018), "Definitions", in *Cambridge Dictionary*. Retrieved from <https://dictionary.cambridge.org/>, Accessed Aug 8, 2017.
 9. Carvalho, L. (2015), "Smart cities from scratch? A socio-technical perspective", *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, vol. 8, núm. 1, pp. 43-60. Retrieved from <https://doi.org/10.1093/cjres/rsu010>, Accessed Feb 2, 2017.
 10. Chourabi, H., Gil García, J. R., Mellouli, S., Nam, T., Nahon, K., Pardo, T., Scholl H., Shawn, W. (2012), "Understanding Smart Cities: An Integrative Framework", *45th Hawaii International Conference on System Sciences*, pp. 2289-2297. Retrieved from <https://doi.org/978-0-7695-4525-7/12>, Accessed Jan 31, 2017.
 11. Cocchia, A. (2014), "Smart and Digital City: A Systematic Literature Review", in *Smart City: How to Create Public and Economic Value with High Technology in Urban Space*, Springer International Publishing, Switzerland, pp. 13-43.
 12. Cohen, B. (2013, may), "The Smart City Wheel", in *Technology*. Retrieved from Smart City website: <https://www.smart-circle.org/smartcity/blog/boyd-cohen-the-smart-city-wheel/>, Accessed Jun 24, 2017.
 13. Cohen, B. (2015, october), *The 3 Generations of Smart Cities*. Retrieved from Fast Company website: <https://www.fastcoexist.com/3047795/the-3-generations-of-smart-cities>, Accessed January 25, 2017.
 14. Cohen, B. (2016, september), *7 Reasons Why European Cities are going to Beat U.S. Cities as Hubs for Innovation*. Retrieved January 25, 2017, from Fast Company website: <https://www.fastcoexist.com/3060446/world-changing-ideas/7-reasons-why-european-cities-are-going-to-beat-us-cities-as-hubs-for-i>
 15. Dameri, R. P. (2017), *Smart City Implementation: Creating Economic and Public Value in Innovative Urban Systems*. Cham, Switzerland: Springer International Publishing: Imprint, Springer.
 16. Davie, M. (2018, november 27), "Singapore becoming too reliant on a murky data

- economy”, *The Business Times*. Retrieved from <https://www.businesstimes.com.sg/opinion/singapore-becoming-too-reliant-on-a-murky-data-economy>, Accessed Sep 1, 2019.
17. Dirks, S. & Keeling, M. (2009), *A Vision of Smarter Cities: How Cities Can Lead the Way into a Prosperous and Sustainable Future*. Retrieved from <ftp://public.dhe.ibm.com/common/ssi/ecm/en/gbe03227usen/GBE03227USEN.PDF>.
 18. Dirks, S., Keeling, M. & Dencik, J. (2009), *How Smart is your City? Helping cities measure progress*. Retrieved from <https://www-01.ibm.com/common/ssi/cgi-bin/ssialias?htmlfid=GBE03248USEN>.
 19. Dubbeldeman, R. & Ward, S. (2015), *Smart Cities how rapid advances in technology are reshaping our economy and society*. Retrieved from <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/tr/Documents/public-sector/deloitte-nl-ps-smart-cities-report.pdf>.
 20. Eskelinen, J. (2017), *Smart City Strategies. A global Review* (p. 43). Retrieved from Catapult Future Cities website: <https://futurecities.catapult.org.uk/wp-content/uploads/2017/11/GRSCS-Final-Report.pdf>
 21. Eurocities. (2016), *Knowledge Society Forum*. Retrieved February 28, 2017, from Eurocities website: <http://www.eurocities.eu/eurocities/forums/knowledge-society&tpl=home>
 22. Fedkin, M. (2015), *Emerging, covering, disruptive technologies*. Retrieved from <https://www.e-education.psu.edu/eme807/node/8>.
 23. Ferrer, J.-R. (2017), "Barcelona's Smart City vision: an opportunity for transformation", *Field Actions Science Reports*, vol. 16, pp. 70-75.
 24. Frost, C., Hernández, A., Yu, D., Golden, C. & Chang, E. (2013), *Information Technology Strategic Plan*. Retrieved from <https://www.fremont.gov/DocumentCenter/View/21075/ITS-Strategic-Plan-Revised-20131029-FINAL?bidId=>, Accessed Jan 4, 2019.
 25. Geffray, E. & Auby, J.-B. (2017), "The political and legal consequences of smart cities", *Field Actions Science Reports*, vol. 16, pp. 11-15.
 26. Giffinger, R., Fertner, C., Kramar, H., Kalasek, R., Pichler-Milanovic, N. & Meijers, E. (2007), *Smart Cities. Ranking of European medium sized cities* (No. Final Report; p. 25). Retrieved from Vienna University of Technology website: http://www.smart-cities.eu/download/smart_cities_final_report.pdf, Accessed Jan 12, 2017.
 27. Glasmeier, A. & Christopherson, S. (2015), "Thinking about smart cities", in *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, vol. 8, pp. 3-12. Retrieved from <https://doi.org/10.1093/cjres/rsu34>, Accessed Jan 26, 2017.
 28. Gorynski, B., Gelson, A. & Müller, T. (2018), *Why should a municipality become a smart city? The six key benefits of transforming*. Retrieved from <https://hub.beesmart.city/strategy/6-key-benefits-of-becoming-a-smart-city>, Accessed Jan 10, 2019.
 29. Griful, J. (2013), *From Smart City to Smart Business*. Retrieved from http://www.ctecno.cat/wp-content/uploads/2013/11/Smart_Cities_EN.pdf, Accessed Jan 12, 2019.
 30. Gupta, S., Mustafa, S. & Kumar, H. (2017), "Smart People for Smart Cities: A Behavioral Framework for Personality and Roles: Smarter People, Governance, and Solutions", in *Advances in Smart Cities: Smarter People, Governance, and Solutions*. pp. 23-30. Retrieved from <https://doi.org/10.1201/9781315156040>, Accessed Jan 13, 2019.
 31. Heurkens, E. (2012), "Private Sector-led Urban Development Projects. Management, Partnerships and Effects in the Netherlands and

- the UK". *Architecture and Built Environment*, vol. 4, núm. 13. Retrieved from <https://doi.org/10.7480/abe.2012.4>, Accessed Sep 3, 2017.
32. Hollands, R. G. (2008), "Will the real smart city please stand up?", *City*, vol. 12, núm. 3, pp. 303-320. Retrieved from <https://doi.org/10.1080/13604810802479126>
 33. *International Electrotechnical Commission (2014), Orchestrating infrastructure for sustainable smart cities*. Retrieved from <https://www.iec.ch/whitepaper/pdf/iecWP-smartcities-LR-en.pdf>, Accessed Jan 11, 2019.
 34. IsGlobal (2017). *Los Círculos Virtuosos de la cooperación española. Una propuesta para poner la innovación al servicio del desarrollo*. Retrieved from https://www.isglobal.org/es/publication/-/asset_publisher/ljGAMKTwu9m4/content/los-circulos-virtuosos-de-la-cooperacion-espanola, Accessed Jan 13, 2019.
 35. Jenks, M. & Dempsey, N. (eds.) (2005), *Future forms and design for sustainable cities*, Architectural Press. Amsterdam, Boston.
 36. Kakati, A. (2017), *Smart Cities: Need for A Regulatory Framework*. Retrieved from <http://www.mondaq.com/india/x/565764/new+technology/Smart+Cities+Need+for+a+regulatory+framework>, Accessed Jan 7, 2019.
 37. Kenworthy, J. R. (2006), "The eco-city: ten key transport and planning dimensions for sustainable city development", in *Environment and Urbanization*, vol. 18, núm. 1, pp. 67-85. Retrieved from <https://doi.org/10.1177/0956247806063947>, Accessed Nov 29, 2018.
 38. Khan, M. (2014), *Sustainable and Smart Cities*. Retrieved from <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/18748/WPS6878.pdf?sequence=1&isAllowed=y>, Accessed Oct 4, 2018.
 39. Kitchin, R. (2014), *The data revolution: big data, open data, data infrastructures & their consequences*, SAGE Publications, Los Angeles, California.
 40. Komninos, Nicos (2006), "Intelligent Cities", in *Encyclopedia of Digital Government, Idea Group Reference*, London. pp. 1100-1104.
 41. Komninos, Nicos, Tsarchopoulos, P. & Kakderi, C. (2014), "New Services Design for Smart Cities: A Planning Roadmap for User-Driven Innovation", *WiMobCity*'14, pp. 29-38. <https://doi.org/10.1145/2633661.2633664>.
 42. Komninos, Nicos (2002), *Intelligent cities: innovation, knowledge systems, and digital spaces*, Spon Press, London.
 43. Komninos, Nicos, Bratsas, C., Kakderi, C. & Tsarchopoulos, P. (2015), "Smart city ontologies: Improving the effectiveness of smart city applications", *Journal Smart Cities*, vol. 1, núm. 1, pp. 1-16.
 44. Lallana, E. (2008), *e-Government Interoperability*. Retrieved from <http://unpan1.un.org/intradoc/groups/public/documents/UN-OTHER/UNPAN032094.pdf>
 45. Landry, C. (2014), *The City 1.0, The City 2.0 & The City 3.0*. Retrieved January 27, 2017, from Charles Landry website: <http://charleslandry.com/blog/the-city-1-0/>
 46. Leydesdorff, L. & Deakin, M. (2011), "The triple helix model of smart cities: a neo-evolutionary perspective", *Journal of Urban Technology*, vol.18, núm. 2, pp. 53-63.
 47. Manville, C., Cochrane, G., Cave, J., Millard, J., Pederson, J. K., Thaarup, R. K., Directorate-General for Internal Policies of the Union (2014), *Mapping smart cities in the EU*. Retrieved from <http://www.europarl.europa.eu/studies>, Accessed Jan 4, 2017.
 48. Mayer-Schönberger, V. (2007), *Governance and information technology: from electronic*

- government to information government, MIT Press, Cambridge, Mass.
49. McAfee, A. & Brynjolfsson, E. (2012), *Big Data: The Management Revolution*. Harvard Business Review. Retrieved from <https://hbr.org/2012/10/big-data-the-management-revolution/ar>, Accessed Aug 2, 2013.
 50. Musa, W. (2017), *The Impact of Smart City Initiatives on Cities' Local Economic Development (Fort Hays State University)*. Retrieved from <https://scholars.fhsu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1500&context=theses>, Accessed Sep 1, 2019.
 51. Nam, T. & Pardo, T.A. (2011), Conceptualizing Smart City with Dimensions of Technology, People, and Institutions. *12th Annual International Digital Government Research Conference: Digital Government Innovation in Challenging Times*, pp. 282-291. Retrieved from https://intaivn.org/images/cc/Urbanism/background%20documents/dgo_2011_smartcity.pdf, Accessed Jan 22, 2017.
 52. Nicholds, A., Gibney, J., Mabey, C. & Hart, D. (2017), "Making sense of variety in place leadership: the case of England's smart cities", *Regional Studies*, vol. 51, núm. 2, pp. 249-259. Retrieved from <https://doi.org/10.1080/00343404.2016.1232482>.
 53. Perera, C., Zaslavsky, A., Christen, P. & Georgakopoulos, D. (2013), "Sensing as a Service Model for Smart Cities Supported by Internet of Things", *ArXiv:1307.8198 [Cs]*, pp. 1-12. Retrieved from <https://doi.org/1307.8198>
 54. Portney, K. (2013), *Taking Sustainable Cities Seriously: Economic Development, the Environment, and Quality of Life in American Cities*, MIT Press, Boston.
 55. Real Academia Española (RAE) (2018), Consultas lingüísticas. In RAE. Retrieved from <http://www.rae.es>
 56. Robinson, R. (2016, July 26), *How Smart Cities Get Started*. Retrieved from The Urban Technologist website: <https://theurbantechnologist.com/2012/07/26/how-smarter-cities-get-started/>, Accessed January 26, 2007.
 57. Sadowski, J. & Pasquale, F. (2015), "The spectrum of control: A social theory of the smart city", First Monday Peer-Reviewed Journal on the Internet, vol. 20, núm. 7. Retrieved from <http://firstmonday.org/ojs/index.php/fm/article/view/5903/4660#7>, Accessed Jan 26, 2017.
 58. Saha, D. & Paterson, R. G. (2008), "Local Government Efforts to Promote the "Three Es" of Sustainable Development: Survey in Medium to Large Cities in the United States", *Journal of Planning Education and Research*, vol. 28, núm. 1, pp. 21-37. Retrieved from <https://doi.org/10.1177/0739456X08321803>, Accessed Nov 26, 2018.
 59. SAS (2018), *The 5 Essential Components of a Data Strategy*. Retrieved from https://www.sas.com/content/dam/SAS/en_us/doc/whitepaper/1/5-essential-components-of-data-strategy-108109.pdf, Accessed Jan 13, 2019.
 60. Schaffers, H., Komninos, N., Pallot, M., Trousse, B., Nilsson, M. & Oliveira, A. (2011), "Smart Cities and the Future Internet: Towards Cooperation Frameworks for Open Innovation", in Domingue J. et al. (eds.), *The Future Internet. FIA 2011. Lecture Notes in Computer Science*, vol. 6656, pp. 431-446. Retrieved from https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-642-20898-0_31#citeas, Accessed Apr 14, 2017.
 61. Shelton, T., Zook, M. & Wiig, A. (2014), "The actually existing smart city", *Cambridge Journal of Regions, Economy and*

- Society*, vol. 8, núm. 1. pp. 13-25. Retrieved from <https://doi.org/10.1093/cjres/rsu026>, Accessed Jan 26, 2017.
62. Simosko, N. & Dromi, A. (2017), *The future of Smart Cities- a new relationship between technology companies, city government, and citizens*. Retrieved from <https://www.ntti3.com/future-smart-cities-new-relationship-technology-companies-city-government-citizens/>, Accessed Jan 11, 2019.
63. Zanella, A., Bui, N., Castellani, A., Vangelista, L. & Zorzi, M. (2014), "Internet of Things for Smart Cities", *IEEE Internet of Things Journal*, vol. 1, núm. 1, pp. 22-32. Retrieved from <https://doi.org/10.1109/IIOT.2014.2306328>, Accessed Sep 3, 2019.