
Métricas en indicadores

de capacidades de aprendizaje,
investigación y desarrollo en ciudades
inteligentes

Metrics in indicators of learning capacities,
research and development in smart cities

Yeimi Xiomara Holguín Rengifo

Juan Felipe Herrera Vargas

Alejandro Valencia-Arias

Instituto Tecnológico Metropolitano, Facultad de Ciencias Económicas y administrativas
Medellín-Colombia

ing.fin.yholguin@gmail.com; juanherrera@itm.edu.co; jhoanyvalencia@itm.edu.co

Holguín Rengifo: <https://orcid.org/0000-0003-4363-1657>

Herrera Vargas: <https://orcid.org/0000-0001-6488-9345>

Valencia-Arias: <http://orcid.org/0000-0001-9434-6923>

Resumen

El siguiente estudio presenta los resultados de una revisión de literatura que contribuye a dar cuenta de los indicadores de medición de capacidades de aprendizaje, investigación y desarrollo bajo la concepción de ciudades inteligentes y la triple hélice. El primer concepto se comprende como la capacidad de un entorno urbano para encontrar un equilibrio y sostenibilidad entre los ámbitos social, económico y ambiental, y el segundo enmarca este interés a partir de la participación concertada entre actores como gobierno, universidad, industria y sociedad civil. Metodológicamente, se propone una revisión bibliométrica usando las bases de datos Scopus y *Science Direct* con estudios entre 2012 y 2021 que dan cuenta del desarrollo de esta temática. Como resultado se encuentra que este campo ha sido poco explorado y que, en general, las métricas de capacidades están basadas en dimensiones gubernamentales y educativas.

PALABRAS CLAVE: ciudades inteligentes; triple hélice; bibliometria; tendencias.

Abstract

The research provides the latest results of a literature review that contributes to determine the indicators for measuring research, development and learning capacities under the concept of smart cities and the triple helix. The first concept is understood as the capacity of an urban environment to find a balance and sustainability between the social, economic and environmental spheres. The second frames this interest from the concerted participation between actors such as government, university, industry and civil society. Methodologically, a bibliometric review is proposed using the Scopus and Science Direct databases with studies between 2012 and 2021 for the development of this topic. As a result, it is found that this field has been little explored and in general the capacity metrics are based on governmental and educational dimensions.

KEYWORDS: smart cities; triple helix; bibliometrics; trends.

1. Introducción

Se prevé que en el 2050 un 85% de la población mundial vivirá en ciudades, generando como resultado que en las siguientes décadas los núcleos urbanos tengan que afrontar un número creciente de problemas ligados a este hecho, entre ellos el abastecimiento energético, las emisiones de CO₂, la planificación del tráfico automovilístico, la provisión de bienes y materias primas, la prestación de servicios sanitarios y de seguridad a todos quienes residan en estos enormes y masificados centros de población (Endesa educa, 2015). De lo anterior, nace el concepto de ciudad inteligente (*Smart City*) como una forma de responder a la necesidad de mantener una armonía entre la sostenibilidad económica, social y medioambiental de un territorio específico. Cooke (2001) indica que las regiones, especialmente cuando han desarrollado clúster y una administración que apoya a la empresa innovadora, presenten comunidades más relevantes en cuanto a intereses económicos, definición de actividades económicas propias y aprovechamiento de vínculos y sinergias entre estos actores.

Una ciudad inteligente es concebida como una estrategia urbana que utiliza alta tecnología y especialmente tecnologías de la información y comunicación (TIC), para apoyar un desarrollo socioeconómico atractivo y participativo del área urbana, al mismo tiempo busca evitar la contaminación para así lograr reducir la huella ambiental. “*Es decir el objetivo final de esta iniciativa es mejorar la calidad de vida de los ciudadanos y preservación del medio ambiente*” (Dameri *et al.*, 2016: 2.974). Así, el modelo de triple hélice analiza sistemas de innovación teniendo el conocimiento como base, reinterpretando el modelo de una diada dominante que planteaba la interacción entre industria y gobierno, proponiendo la participación de un nuevo actor que es la universidad, como potencial para el desarrollo económico e innovación en

la sociedad del conocimiento, para la creación, transferencia y aplicación de nuevo conocimiento (Etzkowitz y Leydesdorff, 2000; Lombardi, 2011; Dameri *et al.*, 2016; De La Torre-Martínez *et al.* 2016). En ese sentido, la política de innovación suele ser un resultado del relacionamiento de esos tres actores que componen la triple hélice, por lo tanto estos no sólo asumen su rol tradicional, sino que tienen uno más activo que los hace un potencial para la ‘innovación en innovación’ (Etzkowitz y Klofsten, 2005).

Para pensar en alcanzar el propósito de las ciudades inteligentes bajo el modelo de triple hélice es necesario fortalecer capacidades que permitan la transformación y aprovechamiento de los recursos disponibles en el entorno conocidas como capacidades de aprendizaje, de investigación y desarrollo, por lo que se propone presentar aquí una revisión de la literatura que dé cuenta de estos componentes indispensables para mejoras urbanas que potencien, de manera equilibrada, el campo económico, social y ambiental.

2. Materiales y métodos

Para lograr el objetivo del manuscrito se recurrió a los estudios bibliométricos en los que se sugiere realizar una búsqueda de información, que permita conocer cómo se ha desarrollado un tema o conceptos específicos (Sautu *et al.*, 2005; Gómez-Molina *et al.*, 2019) a través de búsquedas en bases de datos formalizadas y recomendadas para desarrollar un análisis eficiente (León *et al.*, 2006; Castaño y Valencia, 2016). Utilizando los conceptos de ciudades inteligentes y triple hélice en las bases de datos Scopus y *Science Direct*, con el fin de encontrar el mayor número de material científico que permitiera generar una perspectiva sobre el concepto de ciudad inteligente y su contextualización con el objeto de investigación propuesto. Además, se eligieron estas bases de

datos que pertenecen a la plataforma del Elsevier desde la cual se accede y se analizan datos de más de 5.000 editoriales que contienen libros y revistas académicas que cumplen estándares específicos de calidad, lo que hace de estos contenidos confiables (Elsevier, 2020; Arias-Ciro, 2020). Este estudio incluyó documentos publicados entre los años 2012-2021 y, específicamente, en Scopus se obtuvieron 20 resultados correspondientes a la ecuación de búsqueda: (TITLE-ABS-KEY (“smart city” OR “Smart cities”) AND TITLE-ABS-KEY (“innovation system” OR “regional innovation system” OR “national innovation system” OR “TRIPLE HELIX”))) y en Science Direct 34 registros con la ecuación: *Find articles with these words (“innovation system” OR “regional innovation system” OR “national innovation system” OR “TRIPLE HELIX”) With words in title, abstract or keywords “smart city” OR “Smart cities”.*

Con la información recogida en las bases de datos revisadas, se procedió a sistematizarla en una hoja de cálculo de Excel para iniciar su procesamiento para identificar tendencias, evolución y relaciones observables entre los conceptos de ciudad inteligente y triple hélice para la identificación de

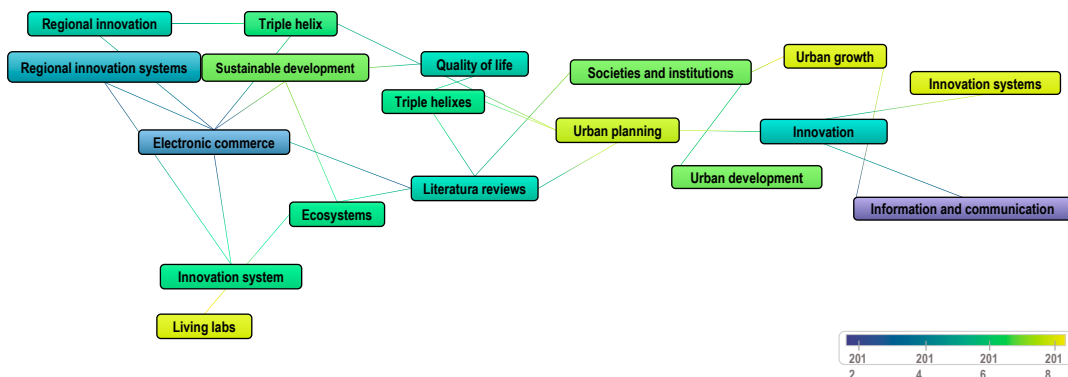
indicadores para la medición de capacidades de aprendizaje, investigación y desarrollo.

3. Resultados

Para comenzar se analizan los datos según la productividad en la temática, como indicio general del comportamiento de los conceptos en los que se centra este análisis bibliométrico con la coocurrencia de palabras, como se observa en la FIGURA 1. Con ayuda del software VOSviewer se obtiene que existe una relación entre los constructos de ciudad inteligente y triple hélice, conectados por nuevos modelos de ciudad, gobernanza y sostenibilidad.

Se emplea la visualización de superposición elaborada con la cual se pueden identificar temas emergentes en el campo de la investigación de ciudades inteligentes. En cuanto a los colores de la FIGURA 1, representan la fecha promedio de publicación de los artículos sobre la temática. Así, las primeras publicaciones se encuentran en azul y entre más claro sea el color (amarillo), más actualizada será la publicación. En este sentido, el término más frecuente hasta 2012 es: *Information and communication*; las palabras clave más impor-

FIGURA 1. Red coocurrencia de palabras.
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



tantes para el periodo 2012 al 2014 son: *Electronic commerce* y *Regional innovation systems*, con investigaciones relacionadas con el término *Innovation*; los términos más frecuentes para el periodo 2014 al 2018 son: *Quality of life*, *Triple hélix*, *Ecosystems*, *Urban development*, y *Sustainable development*. En cuanto a las palabras clave de alta frecuencia en la literatura con la fecha más reciente 2018 al 2021 de publicación en el campo de investigación, se corresponden a: *Urban growth* e *Innovation systems*. Estos términos se encuentran relacionados entre sí involucrando investigación con los términos *Urban planning* y *Living labs*.

Por otra parte, la FIGURA 2 presenta la visualización de coautoría de VOSviewer para analizar el patrón de cooperación de los autores que publican sobre *Smart cities*. En dicha red el tamaño de los círculos representa la publicación promedio de un autor y el color oscuro (azul) hace alusión a las primeras publicaciones en el tema, mientras que el color más claro (amarillo) muestra las publicaciones de los artículos más recientes. Así, en la FIGURA 2 se observa la red más importante liderada por el investigador Deakin M, quien resulta ser el autor

más productivo y que más coopera publicando artículos recientemente en el campo. Este autor se ha relacionado para escribir en compañía con ocho investigadores: Reid A., Leydesdorff I., Lombardi P., Nijkamp P., Kourtit K., Coragliu A., Giordano S., y Del Bo C. Estos resultados implican que las investigaciones sobre *Smart cities* se encuentran centralizadas en un autor principal que establece relación con los ocho autores que también son lo que más publican en el campo.

Ahora, en la exploración y búsqueda de información, que permite la definición de constructos base para la conceptualización de la investigación, además de la revisión de autores que brindan una visión desde diferentes perspectivas respecto al tema de estudio, se presentan conceptos claves para la investigación, agrupados de acuerdo con el énfasis que le dan sus autores como se observa en la FIGURA 3; allí se representa una revisión de la literatura en forma gráfica Ciudades Inteligentes y Sistemas Innovación desde la perspectiva de diferentes autores que permitieron construir el concepto de ciudad inteligente para esta investigación.

FIGURA 2. Red de coautores.
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

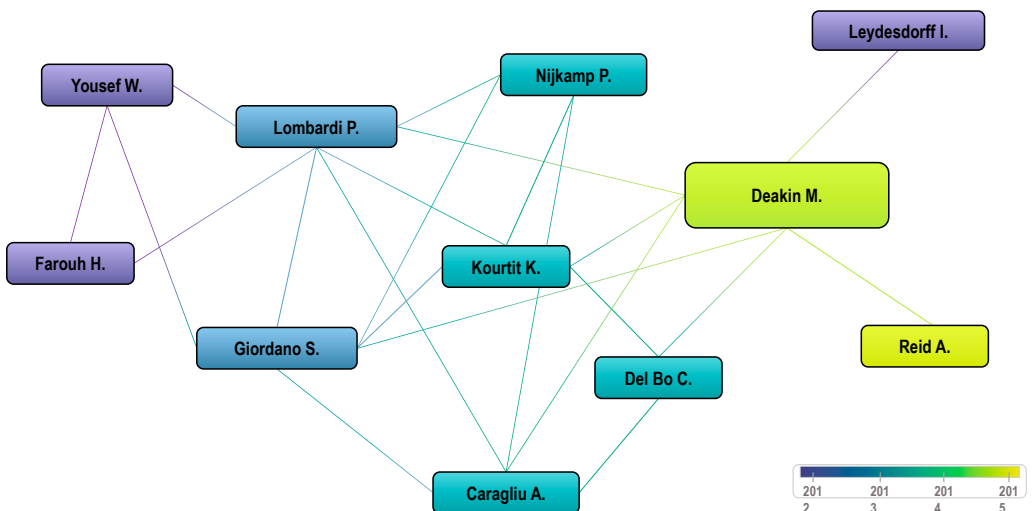
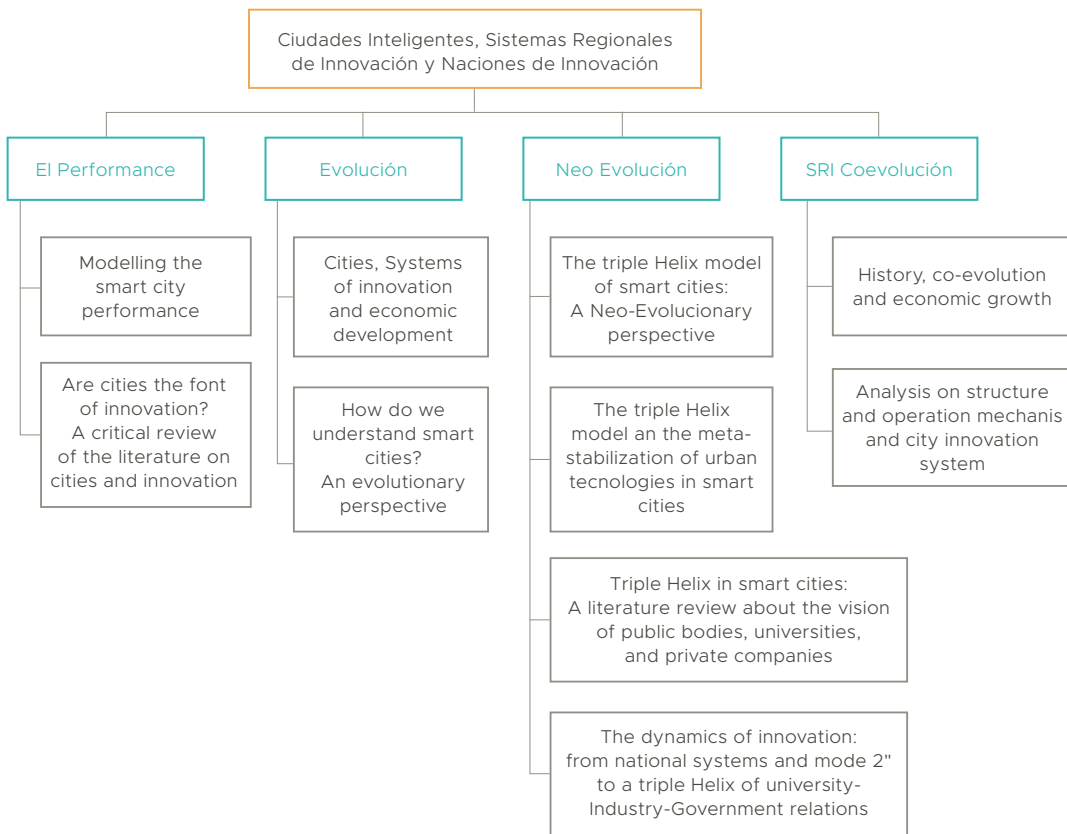


FIGURA 3. Revisión literatura Ciudades Inteligentes y Sistemas Innovación.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



De acuerdo con lo anterior, el grupo Performance compuesto por los documentos: *Modelling the smart city performance* y *Are cities the font of innovation? A critical review of the literature on cities and innovation*, estudia las interacciones entre los componentes de ciudad inteligente que conectan los principales agentes de la triple hélice y la conexión entre la innovación y las ciudades, brindando una visión inicial de las posibles relaciones entre los agentes y su posible contribución en los procesos de innovación.

Por otra parte, el grupo Evolución se encuentra conformado por los documentos: *How do we understand smart cities?, An evolutionary perspective*, *Cities, systems of innovation and economic develop-*

ment, Smart Economy in Smart Cities que exploran diversos puntos de vista de la planificación de la ciudad inteligente, los factores que configuran los procesos de innovación y aporte a la solución de problemas de crecimiento de ciudad. Así mismo, el grupo Neo Evolución contiene los documentos: *The Triple-Helix Model of Smart Cities: A Neo-Evolutionary Perspective*, *The Triple Helix Model and the Meta-Stabilization of Urban Technologies in Smart Cities*, *Triple Helix in smart cities: A literature review about the vision of public bodies, universities, and private companies* y *The dinámica of innovation: From National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university-industry-government relations*, que buscan identificar las semejanzas y diferen-

cias en la visión de la ciudad inteligente, además de estudiar el modelo de triple hélice y su papel como base de conocimientos de una economía urbana. Por último, el grupo SRI- Co evolución reúne los documentos: *History, Co-Evolution and Economic Growth Analysis on structure and operation mechanism of city innovation system*; estos buscan presentar una teoría de crecimiento económico y analizar minuciosamente las características estructurales del sistema de innovación de una ciudad y los agentes principales de la estructura.

3.1. Dimensiones de ciudades inteligentes

A continuación se definen las dimensiones de ciudad inteligente (TABLA 1) que son las que más

resaltan de la revisión de la literatura y que permiten visibilizar sus implicaciones en la realidad empírica.

3.2. Capacidades

En este apartado se definen las capacidades a partir de los artículos encontrados durante la aplicación de las ecuaciones de búsqueda; estas se clasifican en capacidades de aprendizaje, investigación y desarrollo.

3.2.1. Capacidad de aprendizaje

La capacidad de aprendizaje, también encontrada como de absorción de conocimiento, permite a las organizaciones reconocer el valor de la nueva información, assimilarla y aplicarla con fines

TABLA 1. Definición de las dimensiones de ciudad inteligente.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Dimensión	Definición	Autor
Gobierno Inteligente	Sus asociaciones públicas, privadas y civiles y la colaboración con diferentes partes interesadas que trabajan juntas para perseguir objetivos inteligentes a nivel de ciudad. Los objetivos inteligentes incluyen transparencia y datos abiertos mediante el uso de las TIC y el gobierno electrónico en la toma de decisiones participativa y los servicios electrónicos creados conjuntamente	(European Parliament, 2014)
Economía Inteligente	Implica la interconexión local y global con la integración internacional con los flujos físicos y virtuales de bienes, servicios y conocimiento. También establece clústeres y ecosistemas inteligentes (por ejemplo, negocios digitales y emprendimiento)	(European Parliament, 2014)
Vida Inteligente	Hace referencia a otorgar prestaciones que eleven el nivel de vida de los ciudadanos al mismo tiempo que potencian sus capacidades, su autonomía y sus libertades. En este apartado entran los servicios públicos inteligentes como la salud (y la e-salud), seguridad (y la e-seguridad), entre otros	(Correia Carballo, 2017)
Ambiente Inteligente	Vela por la protección del medio ambiente y el sostenible uso de los recursos naturales, sincronizando esta función con el desarrollo económico. Busca generar nuevas fuentes de energía, cada vez más verdes, el uso eficiente del agua y el correcto manejo de los desechos sólidos. La inteligencia ambiental es un fin en sí mismo más allá de que la eficiencia energética es un concepto transversal a todas las inteligencias	(Correia Carballo, 2017)
Movilidad Inteligente	Propone el uso de energías limpias en el transporte y en sistemas de transporte público sostenible, preciso y amigable para los ciudadanos. Igualmente promueve la creación de infraestructuras inteligentes y ampliamente conectadas, el traslado de trayectos cortos a pie y trayectos medios en bicicleta	(Correia Carballo, 2017)
Personas Inteligentes	Hace referencia a las competencias digitales, trabajar en el trabajo habilitado por las TIC, tener acceso a la educación y la formación, los recursos humanos y la gestión de capacidades, dentro de una sociedad inclusiva que mejora la creatividad y fomenta la innovación	(European Parliament, 2014)

comerciales (Londoño-Patiño y Acevedo-Álvarez, 2018). Partiendo de la premisa que “la organización necesita conocimientos relacionados previos para asimilar y utilizar nuevos conocimientos” (Cohen y Levinthal, 1990: 129), permitiendo a las organizaciones transformar y explotar sus recursos para desarrollar innovaciones de productos, servicios o procesos (Amara *et al.*, 2008).

De acuerdo con esto, esta capacidad es conocida por representar una parte altamente relevante en la capacidad que tiene una organización para crear nuevos conocimientos, posibilitando a su vez la comprensión de las dinámicas de aprendizaje que se derivan de los procesos de asimilación y explotación del conocimiento interno y externo de las organizaciones (Rodríguez-Lora *et al.*, 2016; Acevedo-Correa *et al.*, 2020), para desarrollar su potencial de innovación (Gómez y Valencia-Arias, 2020). A su vez, la capacidad de aprendizaje dependerá de la capacidad de gestión del conocimiento, las capacidades de aprendizaje individuales o un resultado de las inversiones en I+D de la organización (Castro Spila *et al.*, 2009; Cohen y Levinthal, 1989; Dosi *et al.*, 2000; Lane y Lubatkin, 1998; Zahra y George, 2002).

3.2.2. Capacidad de Investigación

La investigación puede ser definida como el conjunto de actividades de índole intelectual y experimental de carácter sistemático, con la intención de incrementar los conocimientos sobre un determinado asunto. De ahí que, la capacidad de investigación pueda definirse como el conjunto de atributos o aptitudes que tiene un individuo u organización para realizar actividades de tipo intelectual y experimental de carácter sistemático, que busca generar conocimientos sobre un tema específico (Pástor *et al.*, 2020; Gómez-Bayona *et al.*, 2020).

3.2.3. Capacidad de Desarrollo

De acuerdo con la OCDE (2015: 45) “El desarrollo experimental es un trabajo sistemático, que se basa en el conocimiento obtenido de la investigación y la experiencia práctica y la producción de conocimientos adicionales, que se dirige a la producción de nuevos productos o procesos o para mejorar los productos o procesos existentes”.

Partiendo de esto, la capacidad de desarrollo puede ser definida como el conjunto de atributos o aptitudes que tiene un individuo u organización, para la transformación del conocimiento obtenido en la investigación básica o aplicada, para la creación de nuevos productos, procesos o mejora de estos.

3.3. Indicadores para la medición de capacidades

El Manual de Frascati hace referencia a la insuficiencia de las estadísticas de Investigación y Desarrollo (I+D) en el contexto de la economía basada en el conocimiento (OCDE, 2015). Los datos deben ser examinados en un marco conceptual que permita relacionarlos con otras fuentes disponibles y con resultados provenientes de actividades de I+D. De ahí que haya sido altamente relevante realizar una revisión de la literatura detallada que permitiera crear un marco teórico acorde al problema, brindando referentes fiables para la selección de indicadores.

3.3.1. Matrices sobre indicadores para medición de capacidades

A continuación se presenta una matriz (TABLA 2) que recopila los indicadores encontrados en el proceso de revisión y análisis de la literatura, que dio como resultado la identificación de 33 indicadores que pueden medir una o más capacidades con un ajuste en su enfoque inicial. Así mismo, este proceso permitió la detección de brechas de información y la necesidad de proponer indicado-

TABLA 2. Resumen de cantidad de indicadores por capacidad.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Dimensión de Ciudad Inteligente	Total de Indicadores	Capacidad de Aprendizaje	Capacidad de Investigación	Capacidad de Desarrollo
Ciudadanía Inteligente	6	2	3	2
Gobierno Inteligente	4	1	1	3
Economía Inteligente	4	2	2	2
Vida Inteligente	10	10	0	0
Medio Ambiente Inteligente	4	0	2	3
Movilidad Inteligente	5	0	2	4

res que se ajusten a las ciudades y sus dinámicas específicas. Es así que, como resultado de este proceso, se encontró que:

- El 45.5% de los indicadores encontrados valoran la capacidad de aprendizaje y se agrupan en cuatro de las seis dimensiones (Ciudadanía, Gobierno, Economía y Vida Inteligente). Lo que permitió observar que los indicadores de la dimensión de Vida Inteligente se ajustan en su totalidad a la medición de la capacidad de aprendizaje dentro de una ciudad inteligente. Por otra parte, no se hallaron indicadores que se ajustaran al agente triple hélice Empresa.
- El 30.3% de los indicadores miden la capacidad de investigación y participan cinco de las seis dimensiones de ciudad, exceptuando la dimensión de Vida Inteligente.
- La capacidad de Desarrollo está representada por el 24.2% de los indicadores seleccionados y se agrupa en cinco de las seis dimensiones de ciudad, mostrando la mayor participación la dimensión de Movilidad Inteligente y sin participación en la dimensión Vida Inteligente. Por otra parte, la capacidad de desarrollo logra incluir indicadores de medición a toda la agente triple hélice.

De acuerdo con la **TABLA 2**, algunos de los indicadores seleccionados pueden tomarse para medir más de una capacidad, realizando un ajuste a su enfoque inicial, pues están relacionados con los temas tecnológicos de la ciudad para que sea eficiente, para evidenciar procesos de gestión o facilitar la vida de los ciudadanos; sin embargo, no evalúan a los ciudadanos y sus posibilidades de aportar al desarrollo de soluciones, o la capacidad de apropiar y adoptar tecnologías, o sobre la capacidad de investigación y generación de conocimiento. Es así que, en resumen, se tienen las siguientes métricas (**TABLA 3**) que clasifican los indicadores según dimensión y capacidad:

4. Discusión

Kummitha y Crutzen (2017) plantearon como objetivo comprender cómo difieren las ciudades inteligentes en sus significados, intenciones y ‘ofertas’, encontrando la existencia de puntos de vista confrontados respecto a planificación de ciudades inteligentes, que limitan el conocimiento sobre la ciudad inteligente ‘real’ y sus implicaciones para construir un espacio urbano, creativo e inclusivo. Lo anterior les permitió proponer el marco 3RC, que consiste en las escuelas Restrictivas, Reflexivas, Racionalistas y Críticas,

TABLA 3. Indicadores para la medición de capacidades de aprendizaje, investigación y desarrollo por dimensiones.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Dimensión	Indicador	Fuente	Aprendizaje	Investigación	Desarrollo
Economía	Gasto público en educación superior como porcentaje del PBI	Red IndicES (2018)	X		
	Monto de dinero gastado, en todos los sectores, en educación superior en un año determinado, expresado en porcentaje del Producto Interno Bruto (PIB)	RICYT (2018)	X		
	Gasto total en educación superior como porcentaje del PBI	Red IndicES (2018)	X		
	Gasto en actividades de Innovación	RICYT (2018)			X
	Gasto en I+D por sector de financiamiento	Red IndicES (2018)		X	X
Ciudadanía Inteligente	Investigadores totales del país por sector de empleo (Personas Físicas)	Red IndicES (2018)		X	
	Investigadores empleados en el sector educación superior (Personas Físicas)	Red IndicES (2018)		X	
	Número de patentes solicitadas en las oficinas nacionales de propiedad intelectual de cada país, según el lugar de residencia de los solicitantes	RICYT (2018)			X
	Número de patentes otorgadas por la oficina de propiedad intelectual de cada país según el lugar de residencia del titular	RICYT (2018)			X
	Publicaciones en relación con población, PBI y gasto en I+D	RICYT (2018)		X	X
	Publicaciones en colaboración internacional	RICYT (2018)		X	
	Conocimiento de instituciones de CyT del país	RICYT (2018)		X	
	Información en temas de CyT en general	RICYT (2018)		X	
	Estudiantes beneficiarios de créditos educativos	Red IndicES (2018)	X		
	Número de personas que se gradúa cada año en programas de maestría, clasificados por área de la ciencia y la tecnología	RICYT (2018)	X		
Número de personas que se gradúa cada año en carreras universitarias de grado, de cuatro o más años de duración, clasificados por área de la ciencia y la tecnología	RICYT (2018)	X			

que analizan críticamente varias etapas en el desarrollo del campo de estudio. Cada una de las escuelas da mayor protagonismo a cada uno de los actores: universidad, empresa, estado o sociedad. Lo cual se asemeja a lo que describen Leydesdorff y Deakin (2011) al reconocer cómo el modelo de triple hélice permite estudiar la

base de conocimiento de una economía urbana en términos del apoyo de la sociedad civil a la evolución de las ciudades como componentes clave de los sistemas de innovación.

Por otra parte, Chourabi *et al.* (2012) proponen un marco para entender el concepto de ciudades inteligentes, basado en la exploración de una

amplia y extensa gama de literatura de diversas áreas disciplinarias identificando ocho factores críticos de las iniciativas de ciudades inteligentes: gestión y organización, tecnología, gobernanza, contexto de políticas, personas y comunidades, economía, infraestructura construida y entorno natural, factores que forman la base de un marco integrador que puede usarse para examinar cómo los gobiernos locales están imaginando iniciativas de ciudades inteligentes.

Además, autores como Lombardi *et al.* (2011) exponen un modelo de red de decisión basado en una jerarquía analítica capaz de verificar si el desarrollo de ciudades en la región del mar del Norte es inteligente, ofreciendo un análisis profundo de las interrelaciones entre los componentes de las ciudades inteligentes, incluidas las relaciones humanas y sociales que conectan el capital intelectual, la riqueza y la gobernanza de su desarrollo regional. De ahí que, para vincular la evaluación de los componentes de ciudad inteligente y los principales del modelo triple hélice, propusieron un marco modificado de triple hélice agregando otro factor unificador al análisis, a saber, incluyendo el mercado urbano, las condiciones de la demanda y el entorno.

4. Conclusiones

A partir de este estudio es posible reunir y presentar indicadores relevantes para el proceso de creación de políticas de ciencia, tecnología e innovación, y de esta forma, se estaría contribuyendo a la generación de estas, aunque dependerá de los entes encargados del uso o no de una herramienta como apoyo de este proceso. En ese sentido, se observa que este campo de estudio es aún incipiente, de ahí que no se haya logrado obtener suficientes indicadores que se ajusten a los criterios para la valoración de las capacidades desde cada agente triple hélice. Por tanto, por ejemplo, la dimensión

de empresa no tiene ningún indicador para medir la capacidad de aprendizaje, dejando la mayor participación por parte del Estado seguido por la universidad.

De acuerdo con esto, la participación de universidad, empresa y estado (gobierno local) en la creación de ciudades inteligentes, es una forma clara de triple hélice que se convierte en cuádruple en la medida que los ciudadanos y sus representantes se involucran en los procesos. Al realizar una integración de los agentes de triple hélice con la sociedad civil, se puede generar un modelo de ciudad inteligente capaz de participar en la solución de sus problemáticas. Es así como, el proceso de transformación de las ciudades actuales en ciudades inteligentes requiere del desarrollo y medición de una serie de factores (dimensiones), presentes en estas. Permitiendo así la consecución de ciudades que integran la innovación, sostenibilidad y tecnología con el propósito de mejorar la calidad de vida de sus ciudadanos. Partiendo de lo anterior, una ciudad inteligente desde la perspectiva de esta investigación se puede definir como un territorio capaz de accionar y gestionar las capacidades de sus actores con el objeto de entregar soluciones a problemáticas y/o necesidades identificadas en el proceso de desarrollo de la visión de ciudad propuesta, que integre la participación ciudadana al factor tecnológico de forma sustentable.

De esta revisión y análisis de la literatura se ha podido concluir que existen muchas propuestas para la medición de ciudades inteligentes, pero ninguna desde la perspectiva de capacidades de aprendizaje, investigación y desarrollo. Por otra parte, se pudo identificar que el término ciudad inteligente se asocia generalmente a la implementación de tecnología y no a las capacidades que poseen sus agentes para materializar la visión de ciudad. Así mismo, se evidencia que, aunque se hablan de actores en una ciudad inteligente su

medición se ha centrado principalmente en la implementación de sistemas tecnológicos y no en el papel que debe desempeñar cada actor en la construcción y desarrollo de la misma; es decir, son

muchos los casos en que se adoptan y se integran tecnologías, pero son pocas las oportunidades en que se fomenta su desarrollo interno, haciendo uso de las potencialidades de sus habitantes.

5. Referencias citadas

- ACEVEDO-CORREA, Y.; ARISTIZÁBAL-BOTERO, C. A.; VALENCIA-ARIAS, A. y L. BRAN-PIEDRAHITA. 2020. "Formulación de modelos de gestión del conocimiento aplicados al contexto de instituciones de educación superior". *Información tecnológica*, 31(1): 103-112.
- AMARA, N.; LANDRY, R.; BECHEIKH, N. & M. OUIMET. 2008. "Learning and novelty of innovation in established manufacturing SMEs". *Technovation*, 28(7): 450-463. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2008.02.001>
- ARIAS-CIRO, J. 2020. "Estudio bibliométrico de la eficiencia del gasto público en educación". *Revista CEA*, 6(11): 127-144.
- CASTAÑO MOLINA, V. y A. VALENCIA-ARIAS. 2016. "El papel del transporte en el desarrollo de la actividad turística: un análisis bibliométrico". *Revista Geográfica Venezolana*, 57(2): 278-295.
- CASTRO SPILA, J.; ROCCA, L. y A. IBARRA. 2009. "Capacidad de absorción y formas de aprendizaje para la innovación: un modelo conceptual". *Projectics / Proyéctica / Projectique*, 1(1): 63. <https://doi.org/10.3917/proj.001.0063>
- CHOURABI, H.; NAM, T.; WALKER, S.; GIL-GARCIA, J. R.; MELLOULI, S.; NAHON, K.; PARDO, T. A. & H. J. SCHOLL. 2012. Understanding smart cities: An integrative framework. *Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences, January*: 2.289-2.297. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2012.615>
- COHEN, W. M. & D. A. LEVINTHAL. 1989. "Innovation and Learning: The Two faces of R & D". *The Economic Journal*, 99(397): 569-596. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- COHEN, W. M. & D. A. LEVINTHAL. 1990. "Absorptive Capacity : A New Perspective on Learning and Innovation". *Administrative Science Quarterly*, 35(1): 128-152. <https://doi.org/10.2307/2393553>
- COOKE, P. 2001. "Regional innovation systems, clusters, and the knowledge economy". *Industrial and Corporate Change*, 10(4): 945-974. <https://doi.org/10.1093/icc/10.4.945>
- CORREIA CARBALLO, C. 2017. *Herramienta de diagnóstico para evaluar Smart Cities*. Disponible en : <https://www.esmartcity.es/comunicaciones/herramienta-diagnostico-evaluar-smart-cities>. [Consulta: mayo, 2020].
- DAMERI, R. P.; NEGRE, E. & C. ROSENTHAL-SABROUX. 2016. Triple Helix in smart cities: A literature review about the vision of public bodies, universities, and private companies. *Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences, 2016-March*: 2.974-2.982. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2016.372>
- DE LA TORRE-MARTÍNEZ, Y.; RAMOS-SALINAS, N. M. y E. GONZÁLEZ-SOSA. 2016. "La gestión del conocimiento herramienta decisiva en la gestión de los recursos intangibles en una Industria Aeroespacial". *Revista CEA*, 2(3): 31-48.

- DOSI, G.; NELSON, R. R. & S. G. WINTER. 2000. "The Nature & Dynamics of Organizational Capabilities". In: *Nature & Dynamics of Organizational Capabilities*. <https://doi.org/10.1093/0199248540.001.0001>
- ELSEVIER. 2020. *Fast Facts about Elsevier*. Disponible en: <https://www.elsevier.com/about>. [Consulta: octubre de 2020].
- ENDESA EDUCA. 2015. *Smart Cities*. Disponible en: https://www.endesaeduca.com/Endesa_educa/recursos-interactivos/smart-city/. [Consulta: agosto, 2020].
- ETZKOWITZ, H. & M. KLOFSTEN. 2005. "The innovating region: Toward a theory of knowledge-based regional development". *R and D Management*, 35(3): 243-255. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9310.2005.00387.x>
- ETZKOWITZ, H. & L. LEYDESDORFF. 2000. "The dynamics of innovation: From National Systems and "Mode 2" to a Triple Helix of university-industry-government relations". *Research Policy*, 29(1): 109-123.
- EUROPEAN PARLIAMENT. 2014. *Mapping Smart Cities in the EU*. Disponible en: <https://www.itu.int/en/ITU-T/climatechange/resources/Documents/MappingSmartCitiesinEU-2014.pdf>. [Consulta: junio, 2020].
- GÓMEZ CANO, C. M. y J. A. VALENCIA ARIAS. 2020. "Mecanismos utilizados para medir capacidades de innovación tecnológica en las organizaciones: resultados desde un análisis bibliométrico". *Revista Guillermo de Ockham*, 18(1): 69-79.
- GÓMEZ-BAYONA, L.; LONDOÑO-MONTOYA, E. y B. MORA-GONZÁLEZ. 2020. "Modelos de capital intelectual a nivel empresarial y su aporte en la creación de valor". *Revista CEA*, 6(11): 165-184.
- GÓMEZ-MOLINA, S.; CANO, L. D.; BRAN-PIEDRAHITA, L.; VALENCIA-ARIAS, A. y E. MARTÍNEZ-HERRERA. 2019. "Tendencias investigativas en salud urbana: resultados desde un análisis bibliométrico". *Revista Geográfica Venezolana*, 60(1): 74-91.
- KUMMITHA, R. K. R. & N. CRUTZEN. 2017. "How do we understand smart cities? An evolutionary perspective". *Cities*, 67: 43-52.
- LANE, P. J. & M. LUBATKIN. 1998. "Relative absorptive capacity and interorganizational learning". *Strategic Management Journal*, 19(5): 461-477. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0266\(199805\)19:5<461::AID-SMJ953>3.3.CO;2-C](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0266(199805)19:5<461::AID-SMJ953>3.3.CO;2-C)
- LEÓN, A.; CASTELLANOS, O. y F. VARGAS. 2006. "Evaluating, selecting and relevance software tools in technology monitoring". *Ingeniería e Investigación*, 26(1): 92-102.
- LEYDESDORFF, L. & M. DEAKIN. 2011. "The Triple-Helix Model of Smart Cities: A Neo-Evolutionary Perspective". *Journal of Urban Technology*, 18(2): 53-63. <https://doi.org/10.1080/10630732.2011.601111>
- LOMBARDI, P. 2011. "New challenges in the evaluation of Smart Cities New challenges in the evaluation of Smart Cities". *The Review of Economics and Statistics*, 13(3): 8-10. http://porto.polito.it/2439192/1/lombardi_2nd_proof.pdf.
- LOMBARDI, P.; KOURTIT, K.; DEAKIN, M.; CARAGLIU, A.; DEL BO, C.; NIJKAMP, P. & S. GIORDANO. 2011. "An advanced triple helix network model for smart cities performance". In: *Smart Cities: governing, modelling and analysing the transition*. pp. 196-216. Taylor and Francis Group. <https://doi.org/10.4324/9780203076224>
- LONDOÑO-PATIÑO, J. A. y C. A. ACEVEDO-ÁLVAREZ. 2018. "El aprendizaje organizacional (AO) y el desempeño empresarial bajo el enfoque de las capacidades dinámicas de aprendizaje". *Revista CEA*, 4(7): 103-118.
- OCDE. 2015. *The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities. Frascati Manual 2015 Guidelines for collecting and reporting data on research and experimental development*. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1787/9789264239012-en>

- PÁSTOR RAMÍREZ, D.; ARCOS MEDINA, G. D. L. y A. LAGUNES DOMÍNGUEZ. 2020. “Desarrollo de capacidades de investigación para estudiantes universitarios mediante el uso de estrategias instruccionales en entornos virtuales de aprendizaje”. *Apertura (Guadalajara, Jal.)*, 12(1): 6-21.
- RED INDICES. 2018. *Red Iberoamericana de Indicadores de Educación Superior (INDICES)*. Disponible en: <http://www.redindices.org/indicadores>. [Consulta: junio, 2020].
- RICYT. 2018. *Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología -Iberoamericana e Interamericana- (RICYT)*. Disponible en: <http://www.ricyt.org/category/indicadores/>. [Consulta: mayo, 2020].
- RODRÍGUEZ-LORA, V.; HENAO-CÁLAD, M. y A. VALENCIA-ARIAS. 2016. “Taxonomías de técnicas y herramientas para la Ingeniería del Conocimiento: guía para el desarrollo de proyectos de conocimiento”. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 24(2): 351-360.
- SAUTU, R.; BONIOLO, P.; DALLE, P. y R. ELBERT. 2005. “El análisis crítico de investigaciones como insumo para el diseño de un proyecto de investigación”. En: *Manual de Metodología. Construcción del marco teórico, formulación de los objetivos y elección de la metodología*. Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales (CLACSO). Buenos Aires, Argentina.
- ZAHRA, S. A. & G. GEORGE. 2002. “Absorptive Capacity: A Review, Reconceptualization, and Extension”. *Academy of Management Review*, 27(2): 185-203.