

### **Bibliometric analysis of articles on smart cities and big data 2016-2021**

#### **Análisis bibliométrico de los artículos sobre ciudades inteligentes y macrodatos 2016-2021**

Brenda Midhely GARCÍA-ORTIZ<sup>1\*</sup>, Betsy Esmeralda MUJICA-TREJO<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Instituto Tecnológico Superior del Oriente del Estado de Hidalgo, Carretera Apan-Tepeapulco Km 3.5, Colonia Las Peñitas, C.P. 43900, Apan Hidalgo, México.*

<sup>2</sup>*Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Ex-hacienda de la Concepción s/n, Pueblo San Juan Tilcuautla, 42160 Hidalgo, México*

<sup>1</sup> [bgarcia@itesa.edu.mx](mailto:bgarcia@itesa.edu.mx), <https://orcid.org/0000-0002-8197-6085>

<sup>2</sup> [bmujicat@gmail.com](mailto:bmujicat@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0003-2240-7330>

Sent date: 25/January/2022 Acceptance date: 1/July/2022

#### **Abstract:**

One of the consequences brought about by the fourth industrial revolution and the acceleration of urbanity were the so-called “smart cities”, where citizens demand an improvement in their quality of life in a sustainable way generated from the efficient management of natural resources. The objective of this article is to carry out an analysis on the state of the art around research on smart cities and big data published in scientific journals during the period 2016-2021, through a bibliometric analysis. The results provide interesting data on current affairs and opportunities in the technological area where various contributions have been made. In conclusion, an increase in scientific production was found on the subject, however, it is necessary to expand specialization, since the relationship only of big data with smart cities is not fully identified, but of a cluster of industry 4.0 factors for building smart cities.

**Keywords:** bibliometric, big data, smart cities.

---

#### **Resumen:**

Una de las consecuencias que trajo consigo la cuarta revolución industrial y la aceleración de la urbanidad fueron las llamadas “ciudades inteligentes”, donde los ciudadanos demandan una mejora de su calidad de vida de forma sostenible generada de la gestión eficiente de los recursos naturales. El objetivo del presente artículo es realizar un análisis sobre el estado del arte en torno a la investigación sobre ciudades inteligentes y macrodatos publicados en revistas científicas durante el periodo 2016-2021, a través de un análisis bibliométrico. Los resultados arrojan datos interesantes sobre actualidad y oportunidades en el área tecnológica donde se han realizado diversas aportaciones. En conclusión, se encontró un incremento en la producción científica respecto al tema, no obstante,

se hace necesario ampliar la especialización, pues no se identifica plenamente la relación solo de macrodatos con las ciudades inteligentes, sino de un cúmulo de factores de industria 4.0 sobre estas.

**Palabras clave:** bibliometría, macrodatos, ciudades inteligentes.

---

*I\* Corresponding autor* bgarcia@itesa.edu.mx,  
Tel. 771-1506767 Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8197-6085>

## 1. Introducción

Debido al rápido cambio en las tecnologías, y a la vasta información existente que conduce a un gran tamaño de datos en Internet se ha dotado de importancia a las herramientas digitales que constituyen una oportunidad para las organizaciones que desean optimizar procesos y transformar datos en información para la gestión y decisión eficiente, tal es el caso de la creación de ciudades inteligentes (Allam y Dhunny, 2019), mismas que han tomado relevancia en la última década y en la cual se han centrado diversas investigaciones.

Una ciudad inteligente (CI) es la visión holística de una ciudad que aplica las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) para la mejora de la calidad de vida y la accesibilidad de sus habitantes y asegura un desarrollo sostenible económico, social y ambiental en mejora permanente (Linares-García y Vásquez-Santos, 2018).

Los macrodatos generados con características propias como velocidad y volumen conllevan a la aglomeración de información que sin duda puede ayudar a los tomadores de decisiones a mantener el riesgo de estas bajo control, dado el valor que se le otorga a la recolección de datos y a las características de los mismos. Los retos no son menores en este punto, pues a medida que va evolucionando la tecnología también se presentan dificultades, principalmente en la parte económica y de política pública o gubernamental, pues dado su alto potencial en términos de desarrollo urbano y con ello económico, aún se tiene recelo de lo que esto conllevaría.

El traslado de las familias que viven en zonas rurales a urbanas están ocasionando sobrepoblación en las principales ciudades generando conflicto, y como solución tenemos la evolución de la tecnología actual que ya no es una ilusión, es hora de adaptarse a ella y en eso están trabajando las nuevas industrias tecnológicas, satisfacer las necesidades de las nuevas generaciones, el Big data es un factor muy importante en la construcción de ciudades inteligentes, este se va alimentando de toda la información nueva día a día, presentando un crecimiento acelerado en el volumen de datos, convirtiéndola en la herramienta más eficaz para solucionar el problema en la actualidad (Lozano y Ladino, 2018).

Por otra parte, refiriéndonos a sustentabilidad, uno de los mayores retos en la agenda 2030, Bibri y Krogstie, (2017) hacen mención que el 70 por ciento de los recursos naturales es

consumido por zonas urbanas, dejando entrever que la destrucción del ecosistema se debe, en gran medida a la contaminación ambiental que propinan estas zonas y la gran demanda de energía que requieren, dejando como recurso escaso a esta última, dejando como consecuencia un limitado acceso a recursos necesarios para su desarrollo y un enorme desafío en la disminución de costos entre los cuales no solo se destacan los costos económicos, sino también, el costo climático y el costo altísimo de deterioro de los recursos no renovables. Por todo lo anterior se hace urgente adoptar nuevas medidas dentro de las políticas públicas, mismas que no podrían darse solo por mera democracia, coexiste una necesidad primordial del análisis de datos generados dentro de las mismas zonas urbanas que coadyuben a la adopción de métodos inteligentes en el auxilio de subsanar los aspectos antes mencionados, por lo que se considera a las ciudades inteligentes como el medio óptimo para la mejora de estos problemas latentes.

Una de las herramientas utilizadas para determinar el avance de una investigación es la realización de estudios bibliométricos, en este sentido, se encontraron diversos artículos científicos donde se analizan publicaciones sobre industria 4.0 referentes a la creación de ciudades inteligentes.

Para un análisis bibliométrico se puede emplear la clasificación de Cano y Bueno (1999) que divide los indicadores en personales, de productividad (índices de colaboración, multiautoría e institucionalidad), citación (factor de impacto de las revistas e índices de obsolescencia, inmediatez, de actualidad temática, aislamiento y autocitación), indicadores de contenido (temáticos o contextuales, descriptores) e índices metodológicos (Vallejo-Ruiz, 2005).

Así mismo se puede emplear la clasificación de Spinak (1998) quien los divide en dos grandes grupos, los indicadores de actividad y los de impacto. Los primeros representan el estado real de la ciencia e incluyen número y distribución de publicaciones, productividad, dispersión de las publicaciones, colaboración en las publicaciones, vida media de la citación o envejecimiento, conexiones entre autores, mientras que entre los indicadores de impacto se encuentran la evaluación de documentos muy citados y el factor de impacto (Spinak, 1998), empleado por Camps (2008).

Con el objetivo de brindar al lector una visión sobre el estado del arte acerca del uso de macrodatos en la construcción de ciudades inteligentes para brindar información de tendencias en el área y generar referencia para futuras investigaciones, se utilizan algunas de las clasificaciones planteadas y se realiza un análisis bibliométrico sobre artículos científicos de los últimos cinco años, que abordan estos temas.

Es conveniente hacer mención que a lo largo del presente análisis bibliométrico se pudo observar una sinergia muy cercana entre los macro datos y el internet de las cosas, los cuales de la mano de la tecnología, podría decirse que casi son inseparables en el estudio de las ciudades inteligentes, sin embargo, no es menester de este estudio enfocarse en el internet de las cosas (IoT), por lo que, la presente investigación solo pretende mostrar y dar énfasis a

datos relacionados con macro datos y ciudades inteligentes, dejando abierta la posibilidad de estudiar las tres variables en estudios posteriores.

## 2. Materiales y métodos

Se realizó un estudio bibliométrico descriptivo de la producción de artículos científicos sobre macrodatos y ciudades inteligentes publicadas de 2016 a 2021. El análisis se enfocó principalmente en revistas de corte tecnológico y desarrollo urbano, a través de la consulta en páginas web. La búsqueda se realizó mediante descriptores ciudades inteligentes, macrodatos, principalmente, así como su equivalente en idioma inglés, encontrándose 74 artículos científicos que cubrían los requisitos de la presencia del descriptor antes mencionado dentro de la publicación.

Se menciona también que la mayor parte de la información sobre ciudades inteligentes y su relación con macrodatos no está contenida en artículos científicos, si no en conferencias de corte tecnológico ofrecidas en países desarrollados.

Se recurrió a la clasificación de Cano y Bueno sobre indicadores bibliométricos, y los datos fueron analizados en hoja de cálculo de Excel utilizando diferentes variables, entre ellas el tipo de revista, título del artículo, tipo de artículo, año de publicación, número de autores, abordaje del estudio, citación y recurrencia de autores principalmente. Por último, para el análisis de datos se utilizó estadística descriptiva.

## 3. Resultados y discusión

De los artículos analizados se puede notar una predominancia de las publicaciones en idioma inglés con el 72% mientras que en las publicaciones en idioma español se encuentra el 28%, lo que puede deberse al avance en tecnologías de industria 4.0 en países de habla inglesa. Aunado a lo anterior se puede advertir el uso más especializado en los artículos publicados en idioma inglés, mientras que se percibe un alcance general en los textos publicados en español.

En la figura 1 se observa los temas abordados en los artículos analizados que hacen referencia no solo a ciudades inteligentes, sino también a la utilización de alguno de los pilares de la industria 4.0 en las mismas.

En cuanto a los indicadores de colaboración, para los 74 artículos analizados se encontraron 152 autores; el índice de coautoría o número de firmas por trabajo fue de 2.1. Cabe destacar que no se observa predominancia de autores en el tema sobre ciudades inteligentes y macrodatos.



**Figura 1.** Nube de palabras clave utilizadas en título de artículos analizados

Nota: Imagen que describe una nube de palabras clave utilizadas en título de artículos analizados. Fuente: elaboración propia.

Se observa un incremento en las publicaciones en los años 2017 y 2018 siendo artículos en idioma inglés los que más abordan el tema.



**Figura 2.** Gráfica de distribución de artículos

Nota: La figura 2 muestra la distribución por años de artículos analizados. Fuente: elaboración propia.

En relación con los indicadores de citación existen brechas considerables que van desde los 30 hasta las 800 citas en un artículo.

Para el caso de los indicadores de contenido, se identificó que los temas sobre los que más se han realizado publicaciones son: construcción de ciudades inteligentes (Rathore et al., 2016) donde la gestión de toda información y el análisis que ofrece los macro datos permiten obtener predicciones e incluso recomendaciones que son de gran utilidad para los agentes

públicos y el día a día de los ciudadanos (Costa et al., 2016), considerando que la fuente principal de recolección de datos proviene de las aplicaciones de geolocalización, que siguen los movimientos y dinámicas sociales donde los usuarios comparten su actividad en tiempo real (Gomes et al., 2018), lo anterior permite la optimización y reducción de costes de servicios públicos (Alderete, 2019) y la utilización de análisis de macro datos para ciudades inteligentes (Elhoseny et al., 2018).

Por su parte el internet y las redes sociales llevan tiempo consolidadas como una gran fuente de recolección de datos, tanto cuantitativos como cualitativos (Moreno et al., 2016), y se prevé en las ciudades inteligentes que actualmente existen, utilizar los bloques de pisos, colegios y parques como edificios inteligentes para medir y obtener información desde una perspectiva global (Rathore et al., 2016).

## 4. Conclusiones

Se observa un incremento en la producción científica principalmente en el año 2018 para el tema específico de desarrollo de ciudades inteligentes basadas en macrodatos, predominando la publicación de artículos originales, no obstante, se hace necesario incrementar el índice de coautoría y cerrar la brecha de índice de citación, para lo cual se hace indispensable una especialización en las publicaciones por parte de los autores.

El progreso de las tecnologías, así como la propagación del uso de “big data” (macrodatos) y de Internet de las cosas (IoT) muestran la importancia que tiene este factor dentro de la viabilidad en la decisión de creación de ciudades inteligentes. Los macrodatos ofrecen el potencial para que las ciudades obtengan información valiosa a partir de una gran cantidad de datos recopilados a través de diversas fuentes (Hashem et al., 2016).

Basándose en la literatura relevante, Lim et al., (2018) proponen cinco consideraciones para abordar los desafíos en la implementación de los modelos de referencia en aplicaciones del mundo real. Los modelos de referencia, los desafíos y las consideraciones forman colectivamente un marco para el uso de datos para las ciudades inteligentes. Este documento contribuirá y estudios relacionados ayudará a la planificación de la investigación sobre desarrollo de ciudades inteligentes.

El presente análisis utiliza la bibliometría para proporcionar información sobre los resultados del proceso investigador, su volumen, evolución, visibilidad y estructura, hace una revisión de la producción sobre ciudades inteligentes y macro datos, lo que permite valorar la actividad científica, y el impacto tanto de la investigación como de las fuentes, no obstante se hace necesario fomentar la realización de estudios de este corte sobre otros temas específicos de industria 4.0 que influyen en el desarrollo de las ciudades inteligentes, así como de su sostenibilidad, teniendo en cuenta que todo ello contribuirá al éxito en la creación

de las mismas y el establecimiento alrededor del mundo y no solo en países desarrollados, coadyuvando a la mejora en la calidad de vida de sus habitantes.

## 5. Declaraciones

### Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses

## 6. Referencias

- Alderete, M. V., (2019). ¿ Qué factores influyen en la construcción de ciudades inteligentes? Un modelo multinivel con datos a nivel ciudades y países, *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad-CTS*, vol. 14, pp. 71-89. <http://ojs.revistacts.net/index.php/CTS/article/view/110>
- Allam, Z., & Dhunny, Z. A., (2019). “On big data, artificial intelligence and smart cities,” *Cities*, vol. 89, pp. 80-91. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2019.01.032>
- Bibri SE y J. Krogstie, (2017). Ciudades inteligentes y sostenibles del futuro: una extensa revisión interdisciplinaria de la literatura", *Sustain. Ciudades Soc.* , vol. 31, págs. 183-212.
- Camps D.(2008).Limitaciones de los indicadores bibliométricos en la evaluación de la actividad científica biomédica, *Colomb Med.* 39(1) pp. 74-79. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1657-95342008000100009](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1657-95342008000100009)
- Costa, C., & Santos, M. Y., (2016). BASIS: A big data architecture for smart cities. In 2016. *SAI Computing Conference*, pp. 1247-1256, July 2016. DOI: 10.1109/SAI.2016.7556139.
- Elhoseny, H., Elhoseny, M., Riad, A. M., & Hassanien, A. E., (2018).A framework for big data analysis in smart cities. In International conference on advanced machine learning technologies and applications”, *Springer, Cham*, pp. 405-414. DOI:10.1007/978-3-319-74690-6\_40.
- Fernández-Cano, A., & Bueno, A. (1999). *Synthesizing scientometric paterns in Spanish educational research. Scientometrics*, 46(2), 349-367.
- Gomes, E. H., Dantas, M. A., Macedo, D. D. D., Rolt, C. R. D., Dias, J., & Foschini, L. (2018). An infrastructure model for smart cities based on big data”, *International Journal of Grid and Utility Computing*, vol. 9(4), pp. 322-332.
- Hashem, I. A. T., Chang, V., Anuar, N. B., Adewole, K., Yaqoob, I., Gani, A., & Chiroma, H., (2016). The role of big data in smart city. *International Journal of information management*, vol. 36, pp. 748-758.
- Lim, C., Kim, KJ y Maglio, PP. (2018). Ciudades inteligentes con big data: modelos de referencia, desafíos y consideraciones, *Ciudades* ,vol. 82 , pp. 86-99.
- Linares-García, J., y Vásquez-Santos, K., (2018). Ciudades inteligentes: ¿materialización de la sostenibilidad o estrategia económica del modelo neoliberal?, *El Ágora USB*, vol. 18(2), pp. 479-495, 2018.

- Lozano Ovalle, O. A., y Ladino Zuñiga, C. M.(2018).El desarrollo tecnológico en todas las áreas de gestión de las urbes modernas-Big Data, tesis, Universidad Cooperativa de Colombia, Bogotá, 2018.
- Moreno, M. V., Terroso-Sáenz, F., González-Vidal, A., Valdés-Vela, M., Skarmeta, A. F., Zamora, M. A., & Chang, V. (2016) Applicability of big data techniques to smart cities deployments. IEEE. *Transactions on Industrial Informatics*, vol. 13, pp. 800-809, 2016.
- Rathore, M. M., Ahmad, A., Paul, A., & Rho, S. (2016). Urban planning and building smart cities based on the internet of things using big data analytics, *Computer networks*, vol. 101, pp. 63-80.
- Spinak E. (1998). Indicadores cientificos, *Ci Inf, Brasilia*. Vol. 27(2) pp. 141.
- Vallejo-Ruiz M. (2005). Estudio longitudinal de la producción Española, tesis en educación matemática, Universidad de Granada, España, 2005.