

Modelado conceptual de ciudades inteligentes: un mapeo sistemático de literatura

Joaquín Cerviño , Lisandro Fernández ,
José Luis Gobbe  y Marisa Panizzi 

Programa de Maestría en Ingeniería en Sistemas de Información. Escuela de Posgrado.
Universidad Tecnológica Nacional. Regional Buenos Aires (UTN-FRBA).
Medrano 951. (C1179AAQ). CABA, Argentina.
cjoackin@gmail.com, lifoernandez@gmail.com,
jlgobbe@outlook.com, marisapanizzi@outlook.com

Resumen. La ciudad inteligente (CI) gestiona de manera eficiente los flujos urbanos a través del proceso en tiempo real de información sobre dispositivos, ciudadanos y activos. Determinar un modelo conceptual de CIs estandarizado es importante para establecer un plan completo, una comprensión concisa sobre el dominio, habilitar estrategias de desarrollo y asegurar que múltiples iniciativas están alineadas.

En este artículo se presentan los resultados de un mapeo sistemático de la literatura (en inglés, *systematic mapping study* o SMS) para establecer el estado del arte de las contribuciones de modelado conceptual de las CIs. Se realizó una búsqueda en las librerías digitales IEEE Xplore y ACM desde octubre del 2015 a marzo del 2022 y se analizaron 48 estudios primarios. Se evidenció que del modelado lo más publicado son diagramas de arquitectura. Y dentro de los diagramas UML, los predominantes son los diagramas de clases y diagramas de actividad.

Palabras clave: Modelado conceptual, ciudades inteligentes, mapeo sistemático de la literatura.

1 Introducción

El modelado conceptual busca representar conceptualizaciones y abstracciones relevantes del mundo real de tal manera que sea posible apoyar la comunicación, discusión, análisis y actividades relacionadas [1]. El modelado conceptual y el razonamiento sobre modelos son capacidades humanas para observar, comprender e influir en el entorno. A pesar de innumerables intentos, no existe una definición estricta de uso general de lo que constituye el modelado conceptual. Los intentos de definición son variantes de “Modelado conceptual es modelado con conceptos” e introducir estos conceptos a través de marcos ontológicos más o menos rígidos, o mediante una explicación simple usando lenguaje natural [2]. Los modelos conceptuales son modelos de representaciones mentales que agentes construyen, usan y manipulan durante la actividad cognitiva. Como tales, no son modelos de un dominio dado, sino modelos de cómo concebimos ese dominio. Se los puede caracterizar como artefactos producidos con la intención deliberada de describir una realidad conceptualizada. De esta forma, se puede afirmar que establecen contratos de sentido, con el requisito previo de que se exprese una conexión un modelo que proporcione una semántica conceptual. Estos

artefactos se comprometen con una conceptualización, es decir, la cosmovisión capturada por dicha conceptualización. En definitiva, se puede afirmar que los modelos conceptuales captan y comunican un determinado compromiso ontológico [3].

En la práctica, la Ciudad Inteligente (en inglés, *Smart City*) gestiona de manera eficiente los flujos urbanos a través del proceso en tiempo real de información sobre dispositivos, ciudadanos y activos [4].

Las experiencias tempranas de ciudades inteligentes se remontan a la década de 1970, cuando Los Ángeles realiza el primer proyecto de big data urbana. Cerca del comienzo del siglo XXI el interés aumentó significativamente como consecuencia de la mejora tecnológica y el crecimiento de la población en áreas urbanas, pero a partir de la década de 2010 es cuando este concepto emerge y se comienza a discutir [4].

A pesar de que el concepto ha sido discutido durante varias décadas, todavía no existe una definición del término [5]. La ciudad inteligente es todavía un concepto poco claro sin una nomenclatura estandarizada que pueda ser efectiva describiéndose a sí mismo. La gran mayoría de la literatura define “ciudad inteligente” como infraestructura que cumple las siguientes tres características: (i) el grupo objetivo son las ciudades y comunidades, (ii) se mejora la forma de vivir y trabajar en la región, (iii) se implementan tecnologías de la información y la comunicación (TIC) [4].

De todas formas, la falta de un marco y criterios estandarizados hace que la mayoría de las ciudades inteligentes basen su desarrollo en un marco autorregulado. Los involucrados en este proceso no serán capaces de adecuar correctamente el concepto en sí mismo sin comprender sus fundamentos. Además, de la necesidad de contar con un marco estandarizado es importante establecer un plan completo y una concisa comprensión sobre el dominio [5].

La determinación de un modelo conceptual de ciudad inteligente habilitará a profesionales, políticos y a la academia a establecer mejores estrategias de desarrollo y asegurará que múltiples iniciativas están alineadas [5].

Este artículo se desarrolla en el marco del Seminario de Modelado Conceptual de la Maestría en Ingeniería de Sistemas de Información de la Universidad Tecnológica Nacional, Regional Buenos Aires. La elección del tema ha sido motivada por los tópicos de interés del área de “Aplicaciones avanzadas y multidisciplinarias” propuestas en la 41 edición del Congreso Internacional de Modelado Conceptual (ER 2022) [6]. En este artículo se presenta un mapeo sistemático de la literatura (SMS) para analizar el estado del arte y descubrir las contribuciones que existen en relación con el modelado conceptual de las ciudades inteligentes. Para realizar el SMS se siguieron los lineamientos propuestos por Kitchenham et al. [7].

El artículo se estructura de la siguiente manera: en la Sección 2 se describe la planificación del SMS, en la Sección 3 se describe su ejecución. Los resultados se presentan en la Sección 4. En la Sección 5 se presenta un análisis de las amenazas a la validez y, finalmente, en la Sección 6 se exponen las conclusiones y trabajos futuros.

2 Planificación del SMS

En la presente sección se detalla el protocolo de revisión del SMS: preguntas de investigación (PI), estrategia de búsqueda, criterios de inclusión y exclusión, proceso de selección, estrategia de extracción y síntesis de datos. El objetivo del SMS es dar respuesta a la pregunta de investigación (PI): *¿Cuál es el estado del arte respecto al*

modelado conceptual de ciudades inteligentes? Se considera que dicha pregunta principal puede desglosarse en una serie de sub-preguntas, éstas son detalladas a continuación en la Tabla 1.

Tabla 1. Preguntas de investigación (PI) y motivación.

	Preguntas de investigación (PI)	Motivación
PI1:	¿Qué tipos de contribuciones existen en el modelado conceptual de ciudades inteligentes?	Encontrar y comprender qué tipo de aportes otorgan en cuanto modelado conceptual.
PI2:	¿En qué dominios se realizaron contribuciones?	Identificar los dominios de acuerdo con la taxonomía de Wahab <i>et al.</i> [5].
PI3:	¿Qué diagramas son utilizados para el modelado conceptual de ciudades inteligentes?	Conocer los diagramas más utilizados para el modelado de las ciudades inteligentes.
PI4:	¿Qué tipos de investigación existen en los artículos?	Identificar los tipos de investigación de acuerdo con la taxonomía propuesta por Wieringa <i>et al.</i> [8].

La búsqueda de artículos de congresos y de revistas se realizó en las bibliotecas digitales *IEEE Xplore* y *ACM* por tratarse de bibliotecas de literatura técnica de ingeniería y tecnología de más alta calidad del mundo. El período de búsqueda incluyendo artículos de congresos y de revistas ha sido desde octubre del 2015 hasta marzo del año 2022. Se consideró como fecha de inicio para la búsqueda el año 2015, porque en este año se realizó la primera Conferencia Internacional sobre ciudades inteligentes [9].

Los términos principales que se tuvieron en cuenta para establecer la cadena de búsqueda son “smart city” y “conceptual modelling”, incluyendo términos alternativos la cadena de búsqueda definitiva es:

(("smart city" OR "smart cities") AND ("conceptual model" OR "conceptual modeling"))

Los criterios de inclusión y exclusión utilizados para el proceso de selección de artículos se presentan en la Tabla 2.

El proceso de selección de los estudios consistió en los siguientes pasos: 1) realizar la búsqueda en las fuentes definidas aplicando la cadena en el título y/o en el resumen, 2) eliminar los artículos duplicados, 3) aplicar los criterios de inclusión y exclusión y 4) aplicar los criterios de inclusión y exclusión al texto completo.

Para dar respuesta a cada una de las preguntas de investigación (PI) se definió un esquema de clasificación, que por restricciones de espacio se presenta en un apéndice en [10], junto con el formulario de extracción de datos. Se utiliza una síntesis temática basada en el esquema de clasificación que se representará a través de tablas.

Tabla 2. Criterios de inclusión y exclusión.

Criterios de inclusión.
I1. Dado el caso en que varios artículos de un mismo autor contemplen la misma investigación, se considerará el más completo y reciente.
I2. Artículos en idioma inglés.
I3. Artículos publicados entre octubre de 2015 y marzo de 2022.
I4. Artículos que contengan cadenas candidatas en el título, palabras clave y/o en el resumen.
Criterios de exclusión.
E1. Artículos cuya óptica sea ajena al ámbito de software.
E2. Literatura gris, tesis doctorales, presentaciones en PowerPoint.

3 Ejecución del SMS

En esta sección, se presenta la búsqueda realizada en las bibliotecas digitales, la selección de estudios primarios de acuerdo con lo definido en el protocolo de revisión del SMS. Se aplicó la cadena de búsqueda en las librerías con algunas adecuaciones necesarias en función de las particularidades de cada una que se encuentran en [10]. De un total de 289 artículos encontrados, se analizaron 48 estudios primarios. El listado de los estudios primarios analizados se presenta en [10].

4 Resultados del SMS

En la Tabla 3 se presenta una síntesis de los resultados del análisis de los estudios primarios sobre la base de lo establecido en el esquema de clasificación definido (Ver apéndice, Tabla 1) [10]. A continuación, se pretende dar respuesta a las preguntas de investigación en base al material recolectado.

Tabla 3. Síntesis de los resultados obtenidos.

ID	Resultados por cada PI			
	Contribución (PI1)	Dominio (PI2)	Diagrama (PI3)	Tipo de Investigación (PI4)
[EP1]	Modelo	Transporte	Diagrama de arquitectura, Pseudocódigo	Propuesta de solución
[EP2]	Modelo	Infraestructura	Diagrama de arquitectura, Pseudocódigo, Modelo de conocimiento, Modelo usando información geoespacial	Propuesta de solución
[EP3]	Métricas. Modelo	Infraestructura	Diagrama libre	Evaluación
[EP4]	Modelo	Medioambiente	Diagrama de Pila Tecnológica, Diagrama de flujo, Diagrama de arquitectura	Propuesta de solución

ID	Resultados por cada PI			
	Contribución (PI1)	Dominio (PI2)	Diagrama (PI3)	Tipo de Investigación (PI4)
[EP5]	Modelo	Infraestructura	Diagrama de arquitectura, Diagrama libre	Propuesta de solución
[EP6]	Modelo	Infraestructura	Diagrama de arquitectura, Pseudocódigo	Propuesta de solución
[EP7]	Modelo	Seguridad	Diagrama de arquitectura	Propuesta de solución
[EP8]	Modelo	Gobernanza	Diagrama de flujo	Evaluación
[EP9]	Modelo	Transporte	Diagrama de arquitectura, Diagrama de flujo de datos, Modelo usando información geoespacial	Propuesta de solución
[EP10]	Framework	Seguridad	Proceso de decisión de Markov, Cadena de Markov discreta, Pseudocódigo, Diagrama de arquitectura	Propuesta de solución
[EP11]	Framework	Gobernanza	Glosario, Diagrama libre	Propuesta de solución
[EP12]	Framework	Seguridad	Diagrama de Pila Tecnológica, Diagrama de arquitectura	Propuesta de solución
[EP13]	Framework	Seguridad	Diagrama libre	Propuesta de solución
[EP14]	Metodología, Framework	Tecnología	diagrama de comunicación, Diagrama de arquitectura, Diagrama libre,	Propuesta de solución
[EP15]	Modelo	Tecnología	Diagrama de arquitectura, Diagrama de Pila Tecnológica, Diagrama de flujo, Modelo usando información geoespacial	Propuesta de solución
[EP16]	Modelo	Transporte	Diagrama de bloque, Diagrama de flujo, Red de petri, Modelo usando información geoespacial	Propuesta de solución
[EP17]	Modelo, Framework	Infraestructura	Diagrama de Pila Tecnológica, Diagrama de flujo de datos, Modelo usando información geoespacial, Diagrama de arquitectura	Propuesta de solución
[EP18]	Herramienta, Modelo	Transporte	Pseudocódigo, diagrama de clases, Diagrama de arquitectura, Diagrama de flujo de datos	Propuesta de solución
[EP19]	Framework	Agua y desechos	Grafo, Pseudocódigo	Propuesta de solución
[EP20]	Modelo	Hábitat	Metamodelo, Diagrama de arquitectura, Diagrama de bloque	Propuesta de solución

ID	Resultados por cada PI			
	Contribución (PI1)	Dominio (PI2)	Diagrama (PI3)	Tipo de Investigación (PI4)
[EP21]	Modelo	Transporte	Glosario, Diagrama de ontología	Propuesta de solución
[EP22]	Modelo	Tecnología	Diagrama de arquitectura, Modelo usando información geoespacial	Propuesta de solución
[EP23]	Framework	Infraestructura	Diagrama libre	Evaluación
[EP24]	Ontología	Gobernanza	Diagrama libre, Diagrama de ontología	Propuesta de solución
[EP25]	Modelo	Tecnología	Diagrama de arquitectura, Diagrama de Pila Tecnológica, Diagrama de flujo de datos	Propuesta de solución
[EP26]	Modelo	Tecnología	Diagrama de arquitectura, Diagrama de Pila Tecnológica, Diagrama de flujo de datos	Propuesta de solución
[EP27]	Modelo	Tecnología	Diagrama de Pila Tecnológica	Propuesta de solución
[EP28]	Modelo	Tecnología	Diagrama de arquitectura, Diagrama libre	Propuesta de solución
[EP29]	Modelo	Seguridad	Diagrama de arquitectura, Diagrama de flujo de datos	Validación
[EP30]	Herramienta	Medioambiente	Diagrama de arquitectura, Modelo usando información geoespacial	Propuesta de solución
[EP31]	Modelo	Tecnología	Diagrama libre	Propuesta de solución
[EP32]	Modelo	Tecnología	Diagrama de Pila Tecnológica	Artículo filosófico
[EP33]	Framework	Tecnología	Diagrama de flujo, Pseudocódigo, Diagrama de arquitectura	Validación
[EP34]	Modelo	Tecnología	Diagrama de flujo de datos	Propuesta de solución
[EP35]	Modelo	Tecnología	Pseudocódigo, Diagrama de arquitectura, Caso de uso	Propuesta de solución
[EP36]	Herramienta	Tecnología	Diagrama de arquitectura	Propuesta de solución
[EP37]	Herramienta	Tecnología	Diagrama de clases	Evaluación
[EP38]	Modelo, Herramienta	Transporte	Red de Petri, Diagrama de flujo de datos	Propuesta de solución

ID	Resultados por cada PI			
	Contribución (PI1)	Dominio (PI2)	Diagrama (PI3)	Tipo de Investigación (PI4)
[EP39]	Framework	Tecnología	Diagrama de arquitectura, Diagrama de Pila Tecnológica, Diagrama de flujo de datos	Artículo filosófico
[EP40]	Framework	Transporte	Diagrama de Pila Tecnológica, Diagrama de flujo de datos, Modelo usando información geoespacial	Artículo filosófico
[EP41]	Modelo	Tecnología	Modelo de conocimiento	Propuesta de solución
[EP42]	Metamodelo	Tecnología	Diagrama de bloque	Artículo filosófico
[EP43]	Modelo	Tecnología	Diagrama de máquina de estados	Propuesta de solución
[EP44]	Framework	Personas	Diagrama de flujo, diagrama de clases, Caso de uso	Artículo filosófico
[EP45]	Modelo	Tecnología	Modelo usando información geoespacial, diagrama de clases, Diagrama de flujo de datos	Evaluación
[EP46]	Modelo	Tecnología	Diagrama de arquitectura, Diagrama de Pila Tecnológica, Diagrama de flujo de datos, Modelo usando información geoespacial	Propuesta de solución
[EP47]	Herramienta	Gobernanza	Modelo de conocimiento, Grafo	Evaluación
[EP48]	Framework	Infraestructura	Diagrama libre	Propuesta de solución

PI1 ¿Qué tipo de contribuciones existen en el modelado conceptual de Ciudades Inteligentes?

Pribyl *et al.* [EP9] basan su aporte en un acercamiento metodológico para describir y modelar los subsistemas de CI. Fang *et al.* [EP17] se valen de la literatura para poder contribuir con un diseño de un modelo a alto nivel, analizando arquitectura de datos y dominios clave de las CI. Qamar *et al.* [EP24] presentan una ontología a partir de la cual puede clasificarse un amplio espectro de servicios para aplicaciones para CI. Walletzky *et al.* [EP34] proponen una forma de modelar servicios que considera el contexto para poder cumplir con los requerimientos complejos que surgen en el entorno de las CI. La contribución de Muvuna *et al.* [EP37] se basa en la utilización del Systems Engineering Modelling Language para el modelado de las CI. El aporte de Zomer *et al.* [EP42] es un metamodelo para inclusión del comportamiento social y los datos en simulaciones conducidas en el contexto de una CI. Cunha *et al.* [EP44] sugiere a los sistemas sociotécnicos como una metáfora apropiada para modelar CI considerando la naturaleza social y técnica de la implementación de soluciones en la sociedad actual.

Se puede destacar el aporte de Qolomany *et al.* [EP6], Taherkordi y Eliassen [EP14] a partir del modelado de la arquitectura de un servicio que intercambia información de dispositivos IoT con la nube. Robberechts *et al.* [EP36] proponen utilizar una arquitectura llamada Edge to cloud as Service para modelar servicios de redes en TIC a gran escala en CI, utilizando dispositivos IoT. Soltvedt *et al.* [EP35] se basan en IoT para diseñar un modelo de costo para realizar descubrimiento de datos. Nakamura y Bousquet [EP43] se valen de IoT para proponer el modelado de la ejecución de servicios y la integración de ciclo de vida para CI, basándose en el concepto de ciudad como máquina de estados. La tecnología IoT es útil para proveer información sobre el uso y funcionamiento de la infraestructura. Sterbenz [EP12], Wang [EP32] y Patra [EP22], centran su aporte en modelar arquitecturas de IoT con particular énfasis en la obtención de información útil a distinto nivel para diversos dominios y en la resiliencia de las mismas. El aporte de Bhasin *et al.* [EP33] se vale de IoT para proponer un framework para la iluminación de CI. Latif *et al.* [EP19] postula otro para la gestión de cloacas inteligentes. Labib [EP30], aplica el mismo enfoque pero introduce los sistemas de información geográfica para el modelado de una aplicación para la gestión de recolección de residuos.

El transporte es un dominio en el que se cuentan numerosos aportes. Hariz *et al.* [EP1], Matyakubov y Rustamova [EP27], Boreiko y Teslyuk [EP16], [EP38], [EP46] desarrollan sus contribuciones a través de realizar un modelado del sistema de transporte público Abberley *et al.* [EP21], basa su aporte en la creación de una ontología para el análisis de congestiones vehiculares. A su vez Kuklová y Pribyl [EP40] basan el suyo en el diseño de una arquitectura para sistemas de control de tráfico vehicular. Zhou *et al.* [EP18], contribuyen modelando un sistema que pueda manipular una cantidad masiva de datos espacio temporales.

La seguridad es otro tópico abordado en las contribuciones. Pradhan *et al.* [EP7, EP29], Mohammad [EP10] y Wang *et al.* [EP13] proponen modelado de sistemas de defensa, tipos de amenazas y tipos de datos utilizados por entidades militares en CI.

Dentro de los aportes de interoperabilidad entre CI se encuentra el estudio de Hwang *et al.* [EP5] que consiste en el desarrollo de modelos de interconectividad entre las mismas, llamados Inter Working Models. A su vez, Pradhan *et al.* [EP7] tienen como objetivo en su contribución la interoperabilidad de datos, pero en el contexto de una operación militar. Por otro lado, el aporte de Zhao y Wang [EP41] consiste en el desarrollo de un modelo para facilitar la interoperabilidad de conocimiento entre dominios y ciudades a través del intercambio de datos y servicios.

PI2 ¿En qué dominios se realizaron contribuciones?

El enfoque de la mayoría de los estudios primarios es en el dominio de la tecnología, con veinte publicaciones (41.7%). Siete artículos (14.6%) están dedicados a infraestructura y otros siete a transporte. El resto de los estudios, se distribuyen cinco (10,4%) en seguridad, cuatro (8,3%) sobre gobernanza, finalmente personas, vivienda y agua y desechos cuentan con solamente una (2,1%) publicación en cada dominio.

PI3 ¿Qué diagramas son utilizados para el modelado conceptual de Ciudades Inteligentes?

Del total de los estudios analizados, 28 utilizan el lenguaje de modelado UML. El diagrama más empleado que pertenece a dicho lenguaje es el Diagrama de Arquitectura, observado en 25 publicaciones: Hariz *et al.* [EP1], Cabrera y Clarke [EP2], Bharadwaj *et al.* [EP4], Hwang *et al.* [EP5], Qolomany *et al.* [EP6], Pradhan *et al.* [EP7], Pribyl *et al.* [EP9], Mohammad [EP10], Sterbenz [EP12], Taherkordi y Eliassen [EP14], Sinaeepourfard *et al.* [EP15], Fang *et al.* [EP17], Zhou *et al.* [EP18], Lytra *et al.* [EP20], Patra [EP22], Pradhan *et al.* [EP25], Khan [EP26], Anindra *et al.* [EP28], Pradhan *et al.* [EP29], Labib [EP30], Bhasin *et al.* [EP33], Soltvedt *et al.* [EP35], Robberechts *et al.* [EP36], Guinko *et al.* [EP39], Boreiko y Teslyuk [EP46].

PI4 ¿Qué tipos de investigación existen en los artículos?

En relación con el tipo de investigación de los estudios primarios analizados se encontraron que treinta y cinco (72,9%) estudios primarios son propuesta de solución, seis artículos (12,6%) son evaluación en el contexto real, cinco (10,4%) son del tipo filosófico y dos (4,1%) corresponden a validaciones.

5 Amenazas a la validez

Se analizaron las potenciales amenazas a la validez que podrían afectar al SMS, respecto a las cuatro categorías sugeridas por Wohlin *et al.* [11].

- Validez del constructo. Se estableció de forma unívoca la definición de modelado conceptual [1], [2]. [3] y ciudad inteligente [4], [5] de acuerdo con artículos especializados con revisión de pares.
- Validez interna. Se diseñó un protocolo de revisión que ha sido revisado por la última autora, docente del seminario.
- Validez externa. Se tomó la decisión de utilizar dos bibliotecas digitales con amplio reconocimiento internacional (*IEEE Xplore* y *ACM*) para la búsqueda. No se consideró la literatura gris, así como artículos que no estuvieran disponibles de forma íntegra, presentaciones en PowerPoint, tesis doctorales o libros.
- Fiabilidad. La selección de publicaciones se realizó de acuerdo con criterios de inclusión y exclusión definidos en el protocolo de revisión. Para aumentar la confiabilidad, paralelamente los alumnos aplicaron los criterios por realizaron la catalogación de los estudios; se discutieron las discrepancias entre ellos y la docente, con el propósito de determinar si era apropiado incluir un artículo en particular o no, y de ese modo se obtuvo el listado final de estudios primarios. Además, se diseñó un formulario de extracción de los datos con Excel junto con un esquema de clasificación para responder a cada una de las preguntas de investigación.

6 Conclusiones y trabajos futuros

Del análisis de los 48 estudios primarios se concluye que:

- Dada la complejidad de las ciudades inteligentes, la mayoría de los aportes de los autores se enfocan en el modelado de un aspecto específico como, por ejemplo: tecnología, infraestructura o transporte.

- Las contribuciones se enfocan en ámbitos más estrictamente tecnológicos, como el modelado para soluciones de tecnologías de IoT, o similares, o el modelado para interoperabilidad entre CI.
- Otros dominios específicos destacables son el sistema de transporte o movilidad (14.6 % de estudios), la infraestructura (14.6 % de estudios) y la seguridad (10.4 % de estudios).
- Se observa que el más utilizado es el diagrama de arquitectura dado que el mismo permite el modelado de sistemas considerando la dimensión espacial de los distintos dispositivos ya sean de IoT, sensores, computadoras, servidores, etc.
- Cabe destacar que se descubrió el uso de otros lenguajes de modelado, como el Systems Engineering Modelling Language.
- La mayoría de los estudios (72.9%) proponen modelos terminados que corresponden a propuestas de solución.

Los futuros trabajos para desarrollar son: a) cubrir el área de vacancia de modelado de cada uno de los dominios de Ciudad Inteligente y b) realizar un metamodelo de CI comprensivo.

Referencias

1. Delcambre, L. M. L., Liddle, S. W., Pastor, O. y Storey, V. C.: Characterizing Conceptual Modeling Research. Pp. 40--57 (2019).
2. Mayr, H. C., Thalheim, B.: The triptych of conceptual modeling. *Software and Systems Modeling*, vol. 20, n° 1, pp. 7--24 (2021).
3. Guarino, N., Guizzardi, G., y Mylopoulos, J.: On the philosophical Foundations of Conceptual Models (2019).
4. Stübinger, J. y Schneider, L.: Understanding Smart City—A Data-Driven Literature Review. *Sustainability*, vol. 12, n° 20, p. 8460 (2020).
5. Wahab, N. S. N., Seow, T. W., Radzuan, I. S. M. y Mohamed, S.: A Systematic Literature Review on The Dimensions of Smart Cities. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 498, n° 1, p. 012087 (2020).
6. ER 2022: 41st International Conference on Conceptual Modeling, <https://er2022web.github.io/ER2022/callForPapers.html>.
7. Kitchenham, B. y Charters, S.: Guidelines for Performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering. Citeseer (2007).
8. Wieringa, R., Maiden, N., Mead, N. y Rolland, C.: Requirements engineering paper classification and evaluation criteria: A proposal and a discussion. *Requirements Engineering*, 11, pp. 102–107 (2005).
9. IEEE International Smart Cities Conference (ISC2-2015), 25-28, in Guadalajara, Mexico (2015). <https://site.ieee.org/isc2-2015/about>.
10. Cerviño, J., Fernández, L., Gobbe, J. L., Panizzi, M.: Apéndice. Modelado Conceptual de Ciudades Inteligentes: Un Mapeo Sistemático de Literatura. (2022). Disponible en: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.20324943.v1>
11. Wohlin, C., Runeson, P., Höst, M., Ohlsson, M., Regnell, B., y Wesslén, A.: Experimentation in software engineering: an introduction. *The Kluwer International Series in Software Engineering* (2000).