

CIUDAD INTELIGENTE Y CIUDAD CIRCULAR: ¿SIMILARES CONCEPTOS?

SMART CITY AND CIRCULAR CITY: SIMILAR CONCEPTS?

José Pancorbo Sandoval, Ph.D.

 <https://orcid.org/0000-0002-8082-6720>

Universidad Tecnológica Equinoccial, UTE (Santo Domingo, Ecuador)
jose.pancorbo@ute.edu.ec

Mónica Benítez Guarnizo, Mgtr.

 <https://orcid.org/0009-0005-6719-4027>

Universidad Tecnológica Equinoccial, UTE (Santo Domingo, Ecuador)
monica.benitez@ute.edu.ec

Rigoberto Anguiano Aldama, Mgtr.

 <https://orcid.org/0000-0002-0628-9242>

Instituto Tecnológico Superior de Cajeme (Sonora, México)
ranguiano@itesca.edu.mx

Sonia Leyva Ricardo, Mgtr.

 <https://orcid.org/0000-0002-4556-2301>

Universidad Tecnológica Equinoccial, UTE (Santo Domingo, Ecuador)
sonia.leyva@ute.edu.ec

ARTÍCULO DE REFLEXIÓN

Recibido: 25 de octubre de 2023

Aceptado: 7 de diciembre de 2023

RESUMEN

El actual desarrollo urbano se basa en diversos conceptos. Entre ellos figuran enfoques económicos como el crecimiento (regional) y las teorías del desarrollo que incluyen factores como la evolución de la población. De la sociología, proceden teorías que tienen en cuenta cuestiones como el avance de la globalización y la individualización de la sociedad en la ordenación del territorio. En este escenario, surgen nuevas tendencias como es la economía circular como un modelo de desarrollo que contribuye a la sostenibilidad y eficiencia energética y a la reutilización



y reaprovechamiento de espacios públicos y privados dentro de procesos urbanísticos. El presente trabajo tiene como objetivo central reflexionar sobre la conexión de la economía circular con ciudad Inteligente.

Palabras claves: Desarrollo urbano, modelo de economía circular, planificación urbana, ciudad inteligente, ciudad innovadora, ciudad inteligente

ABSTRACT

Current urban development is based on various concepts. These include economic approaches such as (regional) growth and development theories that include factors such as population evolution. Theories come from sociology that take into account issues such as the advance of globalization and the individualization of society in territorial planning. In this scenario, new trends emerge, such as the circular economy as a development model that contributes to sustainability and energy efficiency and the reuse and reuse of public and private spaces within urban processes. The main objective of this work is to reflect on the connection of the circular economy with the Smart City.

Keywords: Urban development, circular economy model, urban planning, smart city, innovative city, smart city

INTRODUCCIÓN

El modelo de economía circular se populariza por primera vez durante los años 70 del pasado siglo 20, pero con una perspectiva marcadamente asociada a las ciencias materiales de hecho, el enfoque inicial se centró en gran medida en solución a desechos que son reciclable como es el caso de los plásticos.

Sin embargo, a medida que el consumismo siguió ganando terreno, pronto se hizo evidente que ese enfoque era ineficiente y fragmentado, ya que no permitía la transición a un paradigma económico circular sino más bien la introducción del reciclaje hacia el final de la línea producir-consumir-eliminar. Ante este escenario, en la década del 80 del pasado siglo, expertos en desarrollo industrial inician esfuerzos con el fin de aumentar la eficiencia del proceso de reciclaje, tanto técnico (por ejemplo, mejorar la eficiencia de los procesos de reciclaje y recuperación) como con un enfoque empresarial (por ejemplo, estudiar modelos de negocio que proporcionen incentivos claros para el aprovechamiento de residuos), sin embargo, estos esfuerzos tal y como señalan los autores Basile et al. (2021), aún no abordan la naturaleza central del problema:

obtener rentabilidad de los desechos derivados de la actividad industrial y social. Indudablemente las generaciones de desechos se centran en las ciudades y por ende no se pueden desarrollar acciones sino se incluyen en los proyectos urbanísticos.

Las urbes se consideran tradicionalmente como un conjunto de infraestructura física (entorno construido, paisaje suave, servicios públicos y redes y estructuras de servicios) y personas, lo que las convierte en un sistema dinámico y complejo, sin embargo, las urbes modernas ya deben resolver problemas de logística, de eficiencia y eficacia económica, que no eran considerados como esenciales en los proyectos urbanísticos. fusionando progresivamente elementos de áreas como son las de gestión ambiental y de tecnología. Casos como Valencia, Bilbao y Avilés son ejemplos de ciudades españolas que consiguieron a finales del siglo XX aplicar el "efecto Guggenheim" del que aún disfrutan. Específicamente, el caso del museo Guggenheim, diseñado por el arquitecto Frank Gehry tras 25 años de actividad ha sido visitado por casi 25 millones de personas, un 61 % turistas extranjeros, y ha tenido un impacto económico directo de más de 6.500 millones de euro, demostrándose la importancia del enfoque multidisciplinario para solucionar retos ambientales, sociales y económicos, transformando una ciudad decadente industrial en uno de los paradigmas de eficiencia en el uso de los recursos urbanos, considerándose a Bilbao como una de las urbes iniciadores de un modelo de ciudad inteligente con evidentes acciones de economía circular.

En el presente artículo científico se analiza los puntos de coincidencia que tienen los modelos de economía circular con el desarrollo de la denominada ciudad inteligente.

REVISIÓN DE LITERATURA

Las ciudades inteligentes como sistemas complejos en un escenario disruptivo

En los últimos años, algunos expertos coinciden en afirmar que las ciudades se deben comparar con ecosistemas biológicos tal y como señalan Whittington et al. (2015), quienes acuñan el concepto de metabolismo urbano, y desde ese momento se pasa a adoptar una visión de sistema, donde una ciudad puede verse como un sistema sociotécnico y a la vez como un sistema ciberfísico. El enfoque de sistema sociotécnico propone la existencia de componentes tecnológicos y humanos, mientras que el sistema ciberfísico lo consideran como la interacción entre los activos cibernéticos (software y datos) y físicos.

Para el desarrollo de la presente revisión, se incluye el concepto de "ciudad inteligente", como aquella que considera la capacidad intelectual que aborda aspectos sociotécnicos y socioeconómicos innovadores de crecimiento, como "verde" (que se refieren infraestructura para

la protección del medio ambiente y la reducción de las emisiones de CO₂), “interconectado” relacionado con la revolución de la economía de banda ancha, “inteligente” declarar la capacidad de producir información de valor añadido a partir del procesamiento de los datos en tiempo real de la ciudad a partir de los sistemas de inteligencia de mercado (Tasgaonkar et al, 2024).

La ciudad inteligente, es también una ciudad intelectual, ya que ha transformado la calidad de vida de los ciudadanos. Debido a la rápida urbanización, el equilibrio entre oferta y demanda cambió y se requiere de soluciones inteligentes para facilitar el equilibrio entre los distintos sectores, como el transporte, la energía, el medio ambiente, el almacenamiento, la gestión del agua y la gestión de residuos, lo que han demostrado ser beneficiosas para el bienestar humano (Xia, et al 2023).

El modelo de “ciudad inteligente” es objeto de atención en los últimos años, en la planificación urbana como respuesta a los desafíos de sostenibilidad y los cambios disruptivos en el escenario mundial. A pesar que en la literatura especializada se insiste que las ciudades inteligentes pueden crear un entorno fértil para impulsar la innovación desde un punto de vista tecnológico, de gestión, organizacional y de políticas, el funcionamiento de las mismas, en términos de su cadena de valor y a la luz de la sostenibilidad sigue siendo una pregunta sin respuestas claras. Con base en estas consideraciones, este trabajo tiene como objetivo investigar cómo las ciudades inteligentes generan valor al combinar prioridades ambientales, sociales y financieras para reinventar sus modelos de negocios principales y modificar los límites de la competencia urbana a la luz de los principios de desarrollo urbanístico. (Loia et al 2022).

Ciertamente en la actualidad se incluyen nuevos conceptos en propuestas de modelos de desarrollo urbano como son (ArchDaily, 2023):

Sostenibilidad y eficiencia energética en diseñar zonas urbanas respetuosos con el medio ambiente y que utilicen los recursos de forma eficiente, esto incluye el uso de materiales y técnicas que reduzcan el consumo de energía, como el diseño solar pasivo y los tejados verdes.

En el diseño sostenible y la construcción los materiales de construcción naturales son importantes en el equilibrio ambiental, pero, sin embargo, el bajo rendimiento técnico de los materiales orgánicos y por razones técnicas sigue propiciando que se elija productos artificiales.

Dentro de los materiales ecológicos que se pueden utilizar se encuentran los siguientes: tierra, piedra, madera, morteros de cal, aislantes orgánicos y pinturas de agua. Los edificios, la salud y los materiales de construcción deben equilibrar la eficiencia energética obteniendo como resultado un ambiente saludable que se caracteriza por ser: confortable, libre de contaminación,

estimulante y sensible a las necesidades humanas. Cabe recalcar que estas características del edificio sostenible tienen sus propias leyes, conocimientos científicos y métodos constructivos que nunca pueden estar de forma aislada (Brian Edward, 2001).

Uso de la tecnología: se utiliza cada vez más en el diseño y la construcción de edificios, desde el modelado y la impresión en 3D hasta el Building Information Modeling (BIM) y el Internet de las Cosas (IoT). Un interesante caso es el del edificio en Heidelberg, Alemania que se acaba de construir con un considerable ahorro de tiempo, mano de obra y residuos.

El BIM en el sector de la construcción ha revolucionado más que una tecnología es una metodología de trabajo. Al utilizar esta metodología para el diseño y construcción de los edificios en las ciudades se está adoptando una visión colaborativa técnico ambiental, ya que la dimensión de la tecnología BIM consiste en tener un ciclo de vida del proyecto comenzando desde una idea hasta culminar con su derribo – reciclaje del proyecto construido. Este ciclo de vida puede dividirse en 7 dimensiones que son: 1D o idea, 2D o el boceto, 3D Coordinación, 4D o Planificación de la Obra, 5D o Medición y Presupuesto de la Obra, 6D o Certificación Energética, 7D o Gestión de Activos. Con el uso de esta tecnología podemos optimizar la eficiencia energética en cada fase del proyecto de construcción (Agustín Sánchez Ortega, 2020).

Dentro del diseño sostenible y la construcción es de vital importancia tener en cuenta las cuatro erres: reducir, reutilizar, reciclar y rehabilitar para poder mantener una buena calidad de vida.

Reducir: en este aspecto la sociedad debe reducir la demanda de recursos no renovables como son los combustibles fósiles, el agua, los minerales, el suelo agrícola con estos ayudaremos a tener reservas para las futuras generaciones, esto implica tener una sociedad con cultura de ahorro, creando un sentido de responsabilidad hacia la protección medio ambiente (Brian Edward, 2001).

Reutilización y reaprovechamiento: Existe una tendencia a reutilizar o adaptar los edificios existentes para nuevos usos, en lugar de derribarlos y construir otros nuevos. Esto puede ayudar a preservar el carácter y la historia de un lugar, así como a reducir el impacto ambiental de las nuevas construcciones.

Reciclar: Al reciclar un material recuperamos la fracción útil de un material mediante su extracción y procesamiento citamos al acero, aluminio, plomo y cobre además el reciclaje conlleva la extracción de energía de un material y la separación de sus partes para su futura reutilización (Brian Edward, 2001).

Rehabilitar: Al realizar una rehabilitación de un espacio brindamos una vida más sana dentro de cada espacio social en el diseño urbano, aquí se tiene que unir la arquitectura, el paisajismo y el urbanismo para poder rescatar a las ciudades de la contaminación, el caos obteniendo como resultado un habitat humano con ciudades civilizadas, limpias y productivas que generen un sentido de pertenencia para cada persona. (Brian Edward, 2001).

Economía circular (EC) es un término hoy en día, que promete una economía capaz de prosperar con recursos limitados cerrando ciclos materiales. Sin embargo, no hay una certeza total de que las estrategias simples de ciclo de materiales, tal como las definen diferentes definiciones de este concepto, conduzcan efectivamente a una economía capaz de gestionar los recursos mundiales, la contaminación y la demanda social dentro de niveles ambientalmente sostenibles dentro de un plan de desarrollo urbano.

El modelo de economía circular se ha diversificado por diferentes sectores de la actividad económica y social, por lo que no es una sorpresa de que se inicie a incluir en los proyectos urbanísticos de conceptualizar a la ciudad circular.

Economía circular en un contexto urbano: ciudad circular

La economía circular como parte de un modelo de desarrollo urbano considera la utilización de las tecnologías reactivas, adaptativas y objetos y sistemas autónomos o colaborativos para fines económicos y ambientales. Creación y apropiación de valor mediante el cierre de ciclos materiales y energéticos, minimizando agotamiento de los recursos naturales y restauración del equilibrio litosférico natural en los procesos de planificación territorial (Friant et al, 2020).

El paradigma de Economía Circular en los procesos urbanísticos desafía directamente el modelo económico lineal hasta ahora establecido, donde los recursos utilizados en la construcción de la infraestructura urbana y/o la propia gestión de reciclaje de desechos urbanos, se materializan en valores económicos, tal y como ocurre en el sector de la construcción, cuando se logra la incorporación de criterios de diseño para la desconstrucción en fase de proyecto, aplicando modelos de edificios desmontables como por ejemplo favorecer la reutilización de los componentes constructivos y no convertir la mayoría de estos materiales que conforman un edificio en residuos al final de su uso (Grupo de trabajo GT-6, 2018).

¿Ciudad Inteligente versus ciudad circular?

Al igual que ocurrió con el concepto de ciudad inteligente, el concepto de economía circular ha tenido múltiples cambios evolutivos, caracterizándose por diferentes fases que a su vez han dado lugar a diferentes concepciones, que representan a otras escuelas de pensamiento

transformadoras y reformistas como la articulada por Reike, Vermeulen y Witjes (2018), quienes señalaban limitaciones de la circularidad, mientras que otros autores coinciden en la compatibilidad de este modelo con el capitalismo y con implicaciones de justicia social (Reike et al., 2018; Frian Vermeulen y Salomone, 2020; Lehmann, Hinske, de Margerie y Nikólova, 2023).

Evidentemente, el modelo de economía circular se inserta bajo diferentes términos en el escenario urbano, pudiéndose identificar por parte de los autores del presente estudio, diferentes tendencias, como son las denominadas representaciones espaciales (Marin & De Meulder, 2018), los escenarios futuros (Bauwens et al., 2020) y los discursos de políticas municipales (Friant et al., 2023) identificándose líneas clave de diferenciación entre objetivos tecnoeconómicos y socioecológicos, así como formas centralizadas y descentralizadas de organización y gobernanzas, sobre todo en América Latina.

En este sentido, se presenta a menudo la economía circular y su aplicación en las ciudades. como una yuxtaposición entre el “ecomodernismo tecnocrático” y “tecnología amigable para la revolución social” (Genovese y Pansera, 2019) o “urbanismo neoliberal” y “espacios de transición socioecológica” (Bassens et al., 2020).

Es en este punto, donde se propone por parte de los autores del presente estudio, de enlazar a la economía circular con la ciudad inteligente al ser variables que sustentan de forma lógica las actuales tendencias urbanísticas que van desde la ciudad de los 15 minutos a la ciudad de KM cero.

En la siguiente tabla se presenta la visión de los autores sobre la fusión dentro de un modelo urbano de los factores que integran a una ciudad inteligente y a una ciudad circular.

Tabla 1.

Dimensiones de ciudad inteligente y ciudad circular

Dimensión	Concepto
Administración y Organización	Un proyecto urbano actualmente debe considerar dentro de los factores de gestión y organización las actitudes y comportamientos de los gerentes, y diversidad organizacional en el contexto de la reducción de espacios no productivos y de la generación de subcentros urbanos adecuados considerando estrategias como de geomarketing.

Tecnología	Una ciudad inteligente depende de tecnologías informáticas aplicadas a áreas críticas componentes y servicios de infraestructura, pero la tecnología puede mejorar la calidad de vida de los ciudadanos o contribuir a la reducción de la brecha digital y tecnológica. En este sentido la generación de clúster empresariales puede hacer complementar los recursos de empresas a partir de simbiosis industrial
Infraestructura urbana	Obras de rehabilitación, suponen oportunidades claves para aplicar en el parque edificado distintos criterios de economía circular: aumentar la durabilidad de los productos, utilización de menos recursos naturales, eficiencia en la utilización de los recursos, Diseño para obtener eficiencia en la vida útil de la construcción o edificación (energía, agua, ...) rediseñar la obra para que sea más modular y reparable, reutilización de componentes de construcción, introducción de materiales renovables o reciclados, criterios a la hora de identificar, clasificar en obra y gestionar correctamente los residuos que se generen, etc.
Medio Ambiente	La infraestructura verde reduce el desperdicio en la industria de la construcción al aumentar la longevidad de las superficies exteriores, por ejemplo. La ciudad circular debe considerar las variables ambientales, pero, bajo una visión económica y por ende de eficiencia como ventaja competitiva.

Nota. Adaptado de Chourabi et al.,(2012).

Las premisas de una ciudad circular están fuertemente relacionadas con la sostenibilidad, la resiliencia, y el cambio climático como plantea acertadamente el experto Wang en el 2018 (Wang et al., 2018), aunque es válido señalar de no existe una definición clara y compartida de lo que constituye una ciudad circular.

De los autores consultados, se considera como más acertadas las consideraciones de Paiho et al., 2020 y Prendeville et al. (2018), quienes coinciden en definir a una ciudad circular como aquella que considera estrategias para reducir o cerrar los circuitos de recursos, en asociación con los stakeholders de la ciudad (ciudadanos, comunidad, empresas y conocimiento).

Las ciudades circulares deberían considerar a los actores principales en su transformación hacia circularidad, lo cual solo puede suceder actuando sobre la morfología y la estructura urbana, sobre las conexiones e interdependencias de infraestructuras y servicios (ecológicos, sociales, y económicos) que brindan las diferentes áreas urbanas y periurbanas.

Evidentemente, la circularidad en un modelo urbano es un concepto que tiene que considerar principalmente la conexión entre el espacio urbano y lo político/ componentes de gobernanza, donde todos los sectores de gestión ambiental trabajen en de forma integrada y holística con el resto de áreas involucradas con los proyectos urbanísticos, sin olvidar los objetivos de la ciudad (ambientales, sociales y económicos). Por ejemplo, algunas prácticas habituales vinculadas a la actividad de reciclaje y valorización de edificios y materiales de infraestructura no necesariamente promueven la circularidad ya que no consideran que sería más perjudicial para el medio ambiente que reutilizarlos. De este modo, tener un edificio o infraestructura nueva y más eficiente podría tener beneficios limitados. si se considera su Análisis de Ciclo de Vida (LCA) donde las compensaciones, las sinergias y las complementariedades deben considerarse plenamente.

Como es conocido los ecosistemas urbanos se constituyen en un conjunto de múltiples subsistemas interconectados en interacciones permanentes. entre ellos (Alberti, 1999), que afectan a los procesos productivos, al almacenamiento, a la distribución y al consumo de recursos y servicios en las ciudades, y por consecuencia directamente a la adaptación al cambio climático y a la resiliencia ambiental, es decir a lo que Williams (2020) denomina infraestructura azul-verde.

La circularidad a largo plazo implica desarrollar una “urbanidad circular” es decir un sistema.” capaz de planificar, diseñar y gestionar áreas urbanas, considerando las zonas urbanas y las zonas periurbanas como un sistema complejo e interrelacionado /Circular Economy Coalition, 2022).

Sin embargo, el concepto de ciudad circular debe valorarse desde una visión holística y económica, donde las acciones de aprovechamiento de los residuos urbanos, por ejemplo, se trasformen en recursos económicos, como, por ejemplo, en procesos de minería urbana, como

los que lleva en este momento la Comunidad Europea, donde se ha logrado que el 37 % del aluminio y el 40 % del acero consumido en el 2020, no provenga de una mina sino de material reciclado, según la Federación Española de la Recuperación y el Reciclaje (FER). En otras palabras, la infraestructura urbana debe rediseñarse para que sea adaptable y resiliente de forma tal que se adapten a las necesidades cambiantes de los sistemas urbanos (Williams, 2020 y Astaburuaga et al 2022).

Factores a considerar en el desarrollo de ciudades circulares

A partir de la consulta de estudios precedentes, los autores de la presente investigación, proponen tener en cuenta algunas variables centrales que deben integrarse en una ciudad circular como son:

- Identificar las áreas para el desarrollo de la bioeconomía como estrategia para reducir los altos índices de desnutrición en los países menos favorecidos como los de América Latina y África.
 - Definir áreas para el desarrollo de la simbiosis industrial considerando la oportunidad de desarrollo de espacios industriales asociados a zonas de servicios urbanos, por ejemplo, aprovechando energía eléctrica de empresas a áreas urbanas o viceversa.;
 - Identificar espacios y políticas de logística para apoyar y facilitar la reutilización, reparación y refabricación;
 - Desarrollar sistema de movilidad sostenible a partir de mejorar los sistemas de transporte público.;
 - La infraestructura de aguas residuales debe ser flexible e inteligente, diseñada para recuperar agua y zonas urbanas segura, que posibilite emplearlo en zonas públicas de la ciudad.
 - Evaluar las oportunidades de instalación de infraestructura para digitalizar los servicios urbanos como parte del modelo de ciudad inteligente, pero considerando ubicar servicios de mantenimiento que posibiliten la reutilización y adaptación de tecnologías en uso.

Evidentemente, lograr la circularidad no puede depender únicamente de la transición de una ciudad tradicional a una ciudad inteligente por la utilización de tecnología, ya que la ciudad necesitaría una verdadera transformación y para lograr esto, deberá haber un conjunto de requisitos relevantes, indicadores clave de desempeño y un modelo de madurez para capturar la estructura de la hoja de ruta hacia la sostenibilidad, tal y como señalan estudios de la CEPAL (C. de Miguel et al. 2021).

Coopetición como estrategia para lograr la fusión de ciudad inteligente y ciudad circular

La sostenibilidad y la circularidad sólo pueden lograrse en los niveles más altos de organización, cuando todos los factores de la ciudad (personas y tecnología) se integran y colaboran en alianza, es decir logrando clúster empresarial y de gobernanza, lo cual da lugar a un concepto relativamente reciente que es coopetición.

La coopetición o coopetencia, es un concepto oportuno para graficar la necesidad de la fusión de los términos competencia o competición (conurrencia, rivalidad) y cooperación (obrar en conjunto para lograr un fin común), lo que puede parecer un concepto netamente contradictorio, pero que como bien explican sus creadores Nalebuff y Brandenburger en 1996, se puede y debe lograrse en la gestión empresarial moderna, la posibilidad de competir y colaborar buscando una ventaja competitiva para todos.

Evidentemente, para propiciarse un modelo estratégicamente organizado debe establecerse etapas de preparación considerando un conjunto de factores que integran a una ciudad inteligentes como son los modelos de madurez o guías de preparación, como es el modelo Scottish Cities Alliance (Roberts, 2015) o el Smart Cities Council (Ciudades Inteligentes y del Conocimiento (2018).

A partir de la consulta de diferentes tendencias en la conformación de modelos de ciudades circulares (Roberts, 2015; Goycoolea Prado, 2020 y Martínez, 2021), los autores del presente estudio proponen las siguientes etapas:

1. Etapa 1. La Ciudad con infraestructura 4.0: esta es la primera etapa de la transición, donde la ciudad incorpora redes y dispositivos en las infraestructuras físicas (p. ej. puentes, alumbrado público, tuberías de gas, red eléctrica). Se activan sistemas de Big Data para la toma de decisiones asociadas a la gestión urbana y que posibilite la generación de una base de datos que permita cruzar información para la toma de decisiones.
2. Etapa 2. La Ciudad Conectada: esta es la etapa donde se conectan las diferentes redes y se inician a tomar decisiones logísticas y de movilidad basadas en inteligencia artificial y donde se inicia a desarrollar acciones de economía circular como son desarrollar subcentros urbanos y reducción de espacios basuras. En esta etapa se considera la necesaria cohesión entre el sector público y privado para la toma de adecuadas decisiones.

3. Etapa 3. La Ciudad Circular. El debate sobre la eficiencia de los recursos, la reducción de residuos y el consumo cero, es relacionado con el concepto de circularidad, propiciándose llegar al denominado el metabolismo urbano (UM), es decir, considerando que las ciudades son sistemas heterotróficos y por ende donde se genera el denominado Análisis de Flujos Materiales (MFA), que ha sido referenciado por diversos autores como Rivera León en el 2015.
4. Etapa 4. Coopetición. Desarrollo de alianzas estratégicas entre empresas y partidos políticos e instituciones públicas y privadas, de forma tal de propiciarse ventajas competitivas que posibiliten desarrollar acciones efectivas en el desarrollo de modelos de ciudades circulares, como es el caso del Gobierno de la Ciudad de México, que se encuentra implementando iniciativas y acciones de economía circular en diversos sectores como: agricultura, silvicultura, ganadería y pesca; ciudades; construcción; energía; recursos hídricos; residuos; vivienda; biodiversidad y sectores transversales como la educación ambiental (Circular Economy Coalition, 2022).

En los últimos años, algunas ciudades han definido estrategias o hojas de ruta hacia la circularidad como son Santiago de Chile, Bogotá y Lima, que son caracterizadas en estudios de expertos como son Petit-Boix et al., (2017) ; Prendeville et al. (2018) y por la Fundación Ciudades Resilientes. (Campbell et al., 2018).

Estas iniciativas se pueden agrupar en cuatro tipologías: estrategias locales; remodelación urbana; contratación pública; y gestión de residuos (Paiho et al., 2020), aunque debe señalarse de que la mayoría de estas propuestas se encuentran sólo en la etapa inicial de transición hacia un modelo circular.

CONCLUSIÓN

El enfoque que se considera por parte de los autores del presente estudio sobre la interrelación entre ciudad inteligente y ciudad circular coincide con el concepto de “giro vitalista” dentro de las ciencias sociales y las humanidades que menciona Greenhough (2010) y Greco (2021), la cual se centra en la necesidad de desarrollar procesos de sostenibilidad, por cuanto la estructura y la infraestructura urbana inciden sobre la producción, el almacenamiento, la distribución y consumo de recursos en las ciudades.

Las infraestructuras urbanas, sobre todo en el escenario latinoamericano en la actualidad, deben rediseñarse para que sean adaptables y resilientes, permitiendo que los sistemas urbanos evolucionen con las necesidades cambiantes (Williams, 2020) lo cual coincide con lo expuesto en la Declaración de Ciudades Circulares de América Latina y del Caribe (CEPAL, 2021).

A pesar del creciente número de investigaciones y estudios, la operacionalización de estos enfoques en la gestión y administración de la ciudad aún está limitado y en su primera fase de estructuración y de comprensión por todos los actores locales, siendo esto último, vital, ya que en la revisión de proyectos y modelos en desarrollo en América Latina se constata una grave deformación del concepto de ciudad circular siendo considerada como sinónimo de gestión medio ambiental.

Es importante subrayar que, en todas estas iniciativas, el enfoque espacial de la circularidad está casi ausente. El componente espacial y estructural de la ciudad es en muchas ocasiones marginalmente considerado en algunas actividades específicas de rehabilitación urbana, o como límite para el análisis del metabolismo urbano. Las implicaciones en áreas de la ciudad no son usualmente consideradas como las principales. componente para la circularidad y por ende se consideran las características de la industria y circularidad empresarial sin considerar el enfoque urbanístico.

Indudablemente el enfoque de Ciudad Circular debe integrarse con la nomenclatura de ciudad inteligente, porque las ciudades tienen características, objetivos y complejidad diferentes a las empresas por lo tanto se considera que dentro del modelo de ciudad inteligente se integre los parámetros de una ciudad circular ya que por ejemplo, no basta con tener un sistema inteligente de clasificación de desechos sólidos urbanos, sino se integra a un sistema empresarial que convierta los desechos en recursos (Lallana y Evans, 2022).

Evidentemente, cualquier estrategia de gestión urbana con un enfoque de ciudad inteligente debe considerar que se debe procesar los residuos, mejorando las infraestructuras y creando clúster sectorial que deben en su mayoría responder al concepto de simbiosis industrial.

En América Latina y el Caribe, la implementación de un modelo de crecimiento económico de lógica circular debe responder a la transformación de actividades existentes, como por la creación de nuevas actividades económicas, tal y como propone la entidad Circular Economy Coalition. (2022).

Indudablemente, lograr que la planificación urbana incluya al modelo de ciudad circular en el contexto de una ciudad inteligente, implica sin lugar a dudas la necesidad de repensar la forma en que han funcionado los sistemas urbanos desde la Revolución Industrial.

Por último, la presente reflexión coincide con el criterio de Astaburuaga et al (2022, de que es complejo vencer la resistencia de las actuales estructuras gubernamentales y empresariales que, en su mayoría, se encuentran orientadas hacia el consumo de bienes naturales y a políticas de reciclaje tradicionales. Por ende, repensar y transformar la forma en que se consume y produce, especialmente en las ciudades, puede traer grandes beneficios económicos, sociales y ambientales, pero a su vez será un camino agreste y hostil, pues no se comprende por muchos de los actores el sentido económico implícito en este modelo de economía circular.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alberti, M. (1999). Modeling the urban ecosystem: A conceptual framework. *Environment and Planning b: Planning and Design*, 26, 605–630. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652618301045>
- Arasteh, H., Hosseinneshad, V., Loia, V., Tommasetti, A., Troisi, O., Shafie-khah, M., Siano, P.: lot-based smart cities: a survey. In: 2016 IEEE 16th International Conference on Environment and Electrical Engineering (EEEIC), pp. 1–6. IEEE (2016)
- ArchDaily (2023) Las tendencias en arquitectura de 2023 según un bot entrenado por inteligencia artificial Disponible en <https://www.archdaily.cl/cl/994091/las-tendencias-en-arquitectura-de-2023-segun-un-bot-entrenado-por-inteligencia-artificial>
- Astaburuaga, F., Arteaga, F., Marshall, C., Millán, C. (2022) “Ciudades circulares en América Latina y el Caribe. Hacia un nuevo paradigma para el desarrollo urbano sostenible”. Disponible en: <https://www.enelamericas.com/content/dam/enel-americas/sostenibilidad/economia-circular/Ciudades-Circulares-America-Latina-Caribe-2022.pdf>
- Basile, V., Capobianco, N., Vona, R.: The usefulness of sustainable business models: analysis from oil and gas industry. *Corp. Soc. Responsib. Environ. Manag.* 28(6), 1801–1821 (2021)
- Brian Edwards con la colaboración de Paul Hyett. (2001). *Guía Básica de la Sostenibilidad*. España

- C. de Miguel, K. Martínez, M. Pereira y M. Kohout, "Economía circular en América Latina y el Caribe: oportunidad para una recuperación transformadora", Documentos de Proyectos (LC/TS.2021/120), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2021 Disponible en <https://urlzs.com/eUnsD>
- Chourabi, H., Nam, T., Walker, S., Gil-García, J.R., Mellouli, S., Nahon, K., Pardo, T., and Scholl, H.J.(2012): Understanding smart cities: An integrative framework. In Proceedings of the 45th Hawaii International Conference on System Sciences (Maui, HI, Jan. 4–7) IEEE Computer Society Press, 2012, 2289–2297.
- Circular Cities Hub. (2017). About. Retrieved from <http://circularcitieshub.com/about-2>
- Circular Economy Coalition. (2022). Circular Economy in Latin America and the Caribbean: A Shared Vision. <https://www.coalicioneeconomiacircular.org/wp-content/uploads/2022/02/>
- Ciudades Inteligentes y del Conocimiento (2018) SMART CITIES STUDY- Estudio internacional sobre la situación de las TIC, la innovación y el Conocimiento en las ciudades Disponible en: https://www.uclgdigitalcities.org/app/uploads/2015/06/es_smartcitiesstudy.pdf
- Friant, M. C., Vermeulen, W. J. V., & Salomone, R. (2020). A typology of circular economy discourses: Navigating the diverse visions of a contested paradigm. *Resources, Conservation and Recycling*, 161, Article 104917. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104917>
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N., & Hultink, E. (2017). The circular economy—A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757–768. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652616321023>
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N., & Hultink, E. (2017). The circular economy—A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757–768. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652616321023>
- Geng, Y., Sarkis, J., & Bleischwitz, R. (2019). How to globalize the circular economy. *Nature*, 565, 153–155 Disponible en https://www.researchgate.net/publication/330258502_How_to_globalize_the_circular_economy

- Grupo de trabajo GT-6 (2018) ECONOMÍA CIRCULAR EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN Congreso Nacional del Medio Ambiente 2018 Fundación Conama. Madrid España Disponible en: http://www.conama.org/conama/download/files/conama2018/GTs%202018/6_final.pdf
- Hollands, R.G. (2008) Will the real smart city please stand up?, City: analysis of urban trends, culture, theory, policy, action, Vol. 12, No. 3, pp. 303-320 Disponible en https://link-springer-com.ezproxy.ute.edu.ec/chapter/10.1007/978-3-031-19560-0_19
- Lallana Santo, M. y Evans Pim, J. (2022) Reciclaje de metales: la alternativa a la minería- Área de Minería de Ecologistas en Acción Edición: enero 2022 Disponible en <https://www.ecologistasenaccion.org/wp-content/uploads/2022/02/informe-reciclaje-de-metales-alternativa-mineria.pdf>
- Lehmann, H., Hinske, C., de Margerie, V., & Nikolova, A. (Eds.). (2023). The impossibilities of the circular economy: Separating aspirations from reality. Routledge, Taylor & Francis Group.
- Loia, F., Basile, V., Capobianco, N. y Vona, R. (2022) How About Value Chain in Smart Cities? Addressing Urban Business Model Innovation to Circularity Springer Proceedings in ComplexityPages 243 - 2502023 Research and Innovation Forum, Rii Forum 2023Cracow12 April 2023through 14 April 2022Code 291799 Disponible en <https://urlzs.com/JC4we>
- Marin, J., Alaerts, L., & Van Acker, K. (2020). A materials Bank for Circular Leuven: How to monitor ‘messy’ Circular City transition projects. Sustainability, 12(24), Article 24. <https://doi.org/10.3390/su122410351>
- Martinez Fernández, M.(2021) La implementación del modelo de Economía Circular a nivel urbano. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad Politécnica De Madrid Disponible en https://oa.upm.es/66153/1/TFG_Ene21_Martinez_Fernandez_Monica.pdf
- Nalebuff, B.J., y Brandenburger, A.M. (1996) Coopetition Grupo Editorial Norma. Colombia
- Paiho, S., Makia, E., Wessberga, N., Paavola, M., Tuominen, P., Antikainen, M., Heikkilä, J., Anttonen, C., & Jungb, N. (2020). Towards circular cities—Conceptualizing core aspects. Sustainable Cities and Society, 59, 102143
- Prendeville, S., Cherim, E., & Bocken, N. (2018). Circular cities: Mapping six cities in transition. Environmental Innovation and Societal Transitions, 26, 171–194. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2210422416300788>
-

- Reike, D., Vermeulen, W. J. V., & Witjes, S. (2018). The circular economy: New or refurbished as CE 3.0? — Exploring controversies in the conceptualization of the circular economy through a focus on history and resource value retention options. *Resources, Conservation and Recycling*, 135, 246–264. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.08.027>
- Rivera León, J. (2015) análisis de flujos dinámicos de materiales aplicado a la proyección de demanda de materiales de construcción en Colombia UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MEDELLÍN FACULTAD DE MINAS MEDELLÍN, COLOMBIA Disponible en <https://urlzs.com/ViQz5>
- Roberts, B. (2015): Gestionando Sistemas de Ciudades Secundarias, Cities Alliance /Banco Interamericano de Desarrollo, Washington D.C Disponible en: <https://www.citiesalliance.org/sites/default/files/Gestionando%20Web.pdf>
- Tasgaonkar, Pankaj P., Garg R.D., Garg P.K. y Mishra, Kavach (2024) Smart City: Transformation to a Digital City Signals and Communication Technology Volume Part F1293, Pages 113 – 125 2024 Disponible en: <https://urlzs.com/3WDby>
- Wang, N., Chi Kin Lee, J., Zhang, J., Chen, H., & Li, H. (2018). Evaluation of Urban circular economy development: An empirical research of 40 cities in China. *Journal of Cleaner Production*, 180, 876–887. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652618301045>
- Whittington, P.; Dogan, H.; Phalp. K. SmartPowerchair: to boldly go where a Powerchair has not gone before. In proceedings of the 2015 Ergonomics and Human Factors Conference (EHF 2015), Daventry, UK, 13-16 April 2015. Taylor & Francis: London, UK, 2015, 233-243. Disponible en <https://core.ac.uk/reader/109855640>
- Williams, J. (2020). The role of spatial planning in transitioning to circular urban development. *Urban Geography*. <https://doi.org/10.1080/02723638.2020.1796042>
- Xia L., Semirumi D.T., Rezaei R. (2023) A thorough examination of smart city applications: Exploring challenges and solutions throughout the life cycle with emphasis on safeguarding citizen privacy Sustainable Cities and Society Volume 98 November 2023 Article number 104771 Disponible en <https://urlzs.com/1LncD>