

MODELO DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA PARA EL DESARROLLO DE CIUDADES INTELIGENTES EN EL CANTÓN PORTOVIEJO

TECHNOLOGICAL INNOVATION MODEL FOR THE DEVELOPMENT OF SMART CITIES IN THE PORTOVIEJO CANTON

Evelyn Marcela Intriago Vélez ^{1*}

¹ Ingeniera en Tecnologías de la Información. Estudiante de la maestría en Tecnologías de la Información y la Comunicación del Instituto de Posgrado de la Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa, Manabí, Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5902-3141>. Correo: intriago-evelyn9458@unesum.edu.ec

Holger Benny Delgado Lucas²

² Doctor en Tecnologías de la Información y Comunicación. Magister en docencia universitaria e investigación educativa, Ingeniero en Sistemas. Docente en el Instituto de Posgrado y en la Carrera Tecnologías de la Información en la Facultad de Ciencias Técnicas de la Universidad Estatal del Sur de Manabí. Universidad Estatal del Sur de Manabí. Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6115-8835>. Correo: holger.delgado@unesum.edu.ec

* Autor para correspondencia: intriago-evelyn9458@unesum.edu.ec

Resumen

La globalización y los procesos de integración han provocado cambios en las ciudades del mundo que van desde el aumento de la población hasta la aparición de problemas complejos y difíciles de resolver. Como resultado de estos cambios han surgido las ciudades inteligentes, que buscan resolver los desafíos de la ciudad contemporánea a través de sistemas inteligentes interconectados, basados en nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), logrando una gestión más eficiente de los recursos naturales y económicos. Este estudio tuvo como objetivo definir un prototipo de gemelos digitales para el desarrollo de ciudades inteligentes en el cantón Portoviejo. Su soporte teórico identifica y explica los modelos existentes que se consideran representativos de las Ciudades Inteligentes (CI), y pretende exponer la manera en cómo éstas se integran, desarrollan y funcionan. El estudio es exploratorio, concluyente, descriptivo y causal, con una metodología mixta. Los resultados mostraron que Portoviejo refleja bajos niveles de innovación y desarrollo de las TIC, lo que dificulta la realización de planes de acción y el liderazgo de proyectos para ciudades inteligentes. Aunque están surgiendo iniciativas municipales para potenciar este sector, éstas deben coordinarse y trabajar conjuntamente con otros actores, como instituciones educativas y empresas privadas, para configurar de forma dinámica el ecosistema tecnológico y de innovación. En síntesis, el cantón

Portoviejo debe definir su propia visión del futuro y, apoyarse en el prototipo de planificación inclusivo y gemelos digitales, expuesto en esta investigación para crear soluciones innovadoras a los retos de la ciudad.

Palabras clave: comunidad sostenible; entorno inteligente; gemelos digitales; innovación tecnológica; TIC

Abstract

Globalization and integration processes have brought about changes in the world's cities, ranging from population growth to the appearance of complex problems that are difficult to solve. As a result of these changes, smart cities have emerged, which seek to solve the challenges of the contemporary city through interconnected intelligent systems, based on new Information and Communication Technologies (ICT), achieving a more efficient management of natural and economic resources. This study aimed to define a prototype of digital twins for the development of smart cities in the canton of Portoviejo. Its theoretical support identifies and explains the existing models that are considered representative of Smart Cities (IC), and aims to expose how they are integrated, developed and operate. The study is exploratory, conclusive, descriptive and causal, with a mixed methodology. The results showed that Portoviejo reflects low levels of innovation and ICT development, which hinders the realization of action plans and the leadership of smart city projects. Although municipal initiatives are emerging to strengthen this sector, they must be coordinated and work together with other actors, such as educational institutions and private companies, to dynamically shape the technological and innovation ecosystem. In summary, the canton of Portoviejo must define its own vision of the future and rely on the prototype of inclusive planning and digital twins, exposed in this research to create innovative solutions to the challenges of the city.

Keywords: digital twins; sustainable community; smart environment; ICT; technological innovation

Fecha de recibido: 02/05/2023

Fecha de aceptado: 18/06/2023

Fecha de publicado: 10/07/2023

Introducción

En la actualidad, la urbanización es un hecho; de forma continua, muchas personas emigran a las ciudades en busca de trabajo y una mejor calidad de vida. Sin embargo, esto ha provocado una sobresaturación de los servicios existentes y dificultades para satisfacer las necesidades de todos los residentes de las grandes ciudades. La creciente urbanización exige nuevos planteamientos para afrontar los problemas y gestionarlos sin perder de vista el medio ambiente. En consecuencia, hay que abordar el desempleo, el transporte público, los servicios de agua, luz y saneamiento, así como el aumento del número de adultos mayores y los problemas que conlleva, como el incremento de los costes de la asistencia sanitaria y las pensiones. La tecnología se ha convertido en una herramienta fundamental para acelerar posibles soluciones a algunos de los problemas más acuciantes del mundo.

Las tecnologías de la información vinculadas a los servicios y a las personas han ido complementando o sustituyendo las infraestructuras urbanas existentes, dando paso a una nueva infraestructura basada en sensores e interconexiones entre diversos dispositivos, abriendo el camino al flujo de información y datos, así como al desarrollo de nuevos procesos institucionales y organizativos que, en su conjunto, han propiciado el desarrollo y consolidación de ciudades inteligentes en todo el mundo. A medida que las ciudades han ido creciendo, diversos autores han desarrollado modelos que enfatizan diversos aspectos, priorizando siempre a las personas y a la tecnología como factores en torno a los cuales se ha construido una gran red que conforma un sistema de sistemas (Estrada et al., 2019), (Cantú Munguía et al., 2019). Por su naturaleza, los modelos multidimensionales que representan ciudades inteligentes están compuestos por varios componentes, mecanismos, principios y dimensiones que facilitan la construcción de redes de fibra oscura, sistemas operativos y sistemas urbanos integrados (López López & Álvarez-Aros, 2021), (Alderete, 2019b).

En este artículo se examinan brevemente algunos de estos modelos y, a partir de ellos, se desarrolla un modelo integrado para entender las ciudades inteligentes como un todo holístico que comprende una gran red o un rompecabezas en el que las piezas se interconectan para formar un todo. Esta propuesta considera ofrecer a los ciudadanos de Portoviejo un paradigma de innovación tecnológica mediante la introducción de Gemelos Digitales para el desarrollo de ciudades inteligentes (Reinoso et al., 2022). La tecnología de gemelos digitales en el sector de las CI proporcionará una copia digital de la ciudad con toda la información asociada, y se utilizará para predecir y simular acontecimientos del mundo real como catástrofes naturales, proyectos de obras públicas, o simplemente con fines de entretenimiento e información para ciudadanos y turistas (Colomé Pérez et al., 2021), (Fonseca, 2022).

En Ecuador existen iniciativas de ciudades para convertirse en ciudades inteligentes, ejemplo de ello es Quito en el Ecuador, a través del plan metropolitano de desarrollo 2022, en el cual ejecuta proyectos de innovación y reestructuración, haciendo uso de las tecnologías de la información y comunicación, para construir una sociedad justa y ordenada hacia desarrollo urbano inteligente.

En el cantón Portoviejo de la provincia de Manabí, no existe un estudio de la misma, ni trabajos de investigación científica, es por esta razón que el Ministerio de Telecomunicaciones (MINTEL), elabora un marco de trabajo denominado libro blanco de territorios digitales, cuya propuesta central se enfoca en la atención del servicio al ciudadano, haciendo uso de las TIC como medio principal para evolucionar a un territorio ordenado que con el tiempo permita convertirse en una ciudad inteligente (Alderete, 2019a).

El principal problema que presenta el cantón Portoviejo es la falta de liderazgo político y administrativo en relación a las ciudades inteligentes, para construir modelos de trabajo que conduzcan al desarrollo de territorios inteligentes (Sánchez et al., 2019). Además, la administración se basa en un paradigma de gestión tradicional en el que no están integrados el gobierno, la economía, la sociedad, la movilidad, el medio ambiente y las tecnologías de la información (Álava et al., 2022a, 2022b).

La necesidad de llevar adelante acciones de transformación tecnológica, para emigrar de un modelo netamente espacial, a otro con elementos urbóticos, para que sea viable y no influyan negativamente en los ciudadanos que hacen vida en la ciudad, se considera y se da la importancia de adoptar nuevos modelos de innovación tecnológica para el desarrollo de la ciudadanía del Cantón Portoviejo (Casas-Toris et al., 2020).

Portoviejo cuenta ahora con una agenda digital desarrollada para reducir la exclusión y las brechas digitales. Va camino de convertirse en una ciudad inteligente en 2035. Sin embargo, es esencial desarrollar un prototipo de innovación tecnológica que permita comprender las capacidades y habilidades del cantón a nivel humano, tecnológico y económico para fomentar la participación y cooperación entre los múltiples actores.

A partir del escenario antes descrito la presente investigación tiene como objetivo: desarrollar un modelo de Innovación Tecnológica para el desarrollo de Ciudades Inteligentes en el Cantón Portoviejo.

Materiales y métodos

Este estudio tuvo un enfoque cuantitativo, con metodología mixta, documental y de campo, se apoyó en entrevistas, cuestionarios, encuestas y observaciones, lo que permitió conocer a fondo el tema. Además, se utilizaron técnicas y métodos de investigación científica como el histórico-lógico, la inducción-deducción, el análisis-síntesis, el estadístico-matemático y la observación directa. La recolección de datos se orientó a la búsqueda global de modelos de ciudad inteligente para establecer un prototipo de gemelos digitales que contribuyan al crecimiento tecnológico del cantón Portoviejo. Para contribuir más a la investigación, se realizó un levantamiento bibliográfico para obtener una visión general de las ciudades latinoamericanas mejor posicionadas según el Índice Cities in Motion (ICIM), con el propósito de analizar las estrategias multidimensionales que conlleven al desarrollo y consolidación de una Ciudad Inteligente.

Métodos de Investigación

En la investigación se utilizaron métodos científicos tales como:

Métodos teóricos

Histórico-lógico. Este método fue utilizado en la construcción de los antecedentes, para comprender y valorar hechos posteriores.

Inducción-deducción. Permitió conocer la realidad y darle solución al problema.

Análisis-síntesis. Se diagnosticó los elementos, factores, dimensiones y estrategias para el desarrollo de una ciudad inteligente.

Métodos empíricos

Revisión bibliográfica. Permitió utilizar información numérica del objeto de estudio, de diferentes bases de datos de organismos gubernamentales y no gubernamentales, para obtener conclusiones con un sustento estadístico.

Observación. Se empleó inicialmente para recopilar datos del objeto de estudio.

Métodos estadísticos – matemáticos.

Estadística Inferencial y Estadística Descriptiva. Se utilizó para resumir la información contenida en los datos recogidos y realizar comparaciones entre características observadas.

La presente investigación se enfoca hacia la adopción de estándares y modelos de información comunes, el cantón Portoviejo puede lograr esta transformación con un impacto mínimo, uniendo fuerzas para construir

un ecosistema que integre el mundo físico y virtual. Los principales beneficiarios de esta investigación son los ciudadanos/habitantes del cantón Portoviejo.

Es una necesidad urgente para Portoviejo tomar un nuevo camino en el desarrollo urbano con el fin de satisfacer las necesidades de la sociedad moderna, haciendo uso de la tecnología para mejorar la eficiencia de todos los procesos para su funcionamiento, como la seguridad, los servicios públicos, los edificios, y el transporte masivo, lo que garantizará una mayor calidad de vida para sus residentes.

La presente investigación pretende evaluar las variables del modelo GAD Portoviejo para determinar si puede ser clasificada como ciudad inteligente y qué factores influyen en ella. Además, se analizarán modelos científicos de ciudades inteligentes (CI), que se encuentran estructurados según el enfoque y las perspectivas de los autores u organizaciones, a fin de establecer un prototipo de gemelos digitales para el desarrollo de ciudades inteligentes en el cantón.

Como resultado, este estudio servirá como punto de partida para que la ciudad de Portoviejo refuerce y dé los primeros pasos para convertirse en una ciudad inteligente, identificando las variables y factores que deben mejorarse para lograr una gestión eficiente de los recursos, servicios e infraestructuras de la ciudad, reducir el creciente gasto público de la ciudad y, lo que es más importante, proporcionar servicios de calidad a sus ciudadanos.

Resultados y discusión

Propuesta de modelo integral y multidimensional de ciudad inteligente

Un modelo completo debe incluir todo lo necesario para el desarrollo de una ciudad inteligente, por lo que se consideró vital establecer categorías e incluir los elementos reconocidos y críticos para el desarrollo de una ciudad inteligente. Para ello se utilizan dimensiones, factores y estrategias. Las dimensiones son las áreas que se verán afectadas o en las que se deben llevar a cabo acciones; es decir, los elementos de la ciudad que se espera que reciban un impacto positivo de los esfuerzos e iniciativas relacionados con las ciudades inteligentes.

Los factores y sus correspondientes indicadores son los recursos y capacidades de la ciudad que, combinados, influyen o crean la posibilidad de que la ciudad tenga un impacto en las dimensiones o ámbitos deseados. Por último, las estrategias son decisiones tomadas por los líderes de la ciudad y otros actores sociales con autoridad o influencia en la ciudad. Las estrategias se refieren a cómo utilizar los recursos y capacidades de la ciudad para lograr mejores resultados en todas las dimensiones clave, así como a algunos factores externos que deben tenerse en cuenta para comprender mejor la situación.

Las dimensiones, como partes constituyentes de una Ciudad Inteligente, incluyen áreas relacionadas con las empresas privadas, las universidades de la ciudad y el gobierno. Los factores incluyen situaciones, acciones, recursos y capacidades de la ciudad, así como ciertos factores que afectan a una o más dimensiones de una ciudad inteligente e influyen en los resultados. Las estrategias son acciones que ayudan a maximizar el uso de los factores y lograr cambios en las dimensiones que contribuyen al desarrollo y consolidación de una ciudad inteligente. Las estrategias atraviesan fronteras económicas, políticas, sociales y medioambientales, sirviendo la información y la analítica de datos como eje de actuación en unos casos para resolver problemas

y mejorar la toma de decisiones; en otros, un ecosistema de innovación que permita la creación y adopción de soluciones.

Existen ocho estrategias para tener una visión más completa de una ciudad inteligente, que se detallan en la Figura 1. Las cuatro primeras son áreas de colaboración, mientras que las siguientes son grupos de trabajo o puntos clave que deben utilizarse y enfatizarse para lograrlo: 1) obtener colaboración a través de la colaboración, la co-creación y la formación de grupos en los que los ciudadanos estén en el centro de los procesos de toma de decisiones; 2) promover un proceso de cambio a través del desarrollo de proyectos de ciudad inteligente y estrategias administrativas de impacto, la hechura de políticas públicas y la interacción ciudadana; 3) mejorar el diálogo y la colaboración entre empresas y gobierno, estimulando los mercados locales y avanzando en soluciones inteligentes en beneficio de la ciudad; 4) Fomentar la participación de diversos agentes públicos, privados, ciudadanos e interesados; 5) Crear una estrategia precisa y una hoja de ruta que dirija las acciones a realizar de forma segura. 6) Aumentar el acceso a la banda oscura y WiFi, abaratar los costes de la tecnología y promover su uso y adopción; 7) Desarrollar estándares que promuevan la apertura, accesibilidad y uso de los datos; realizar una aproximación a los datos abiertos dirigiendo las acciones hacia los datos inteligentes; y 8) Facilitar el acceso a la tecnología a través de la interconexión para lograr el intercambio de información como requisito previo para la inclusión digital y el cierre de la brecha entre ciudades inteligentes.

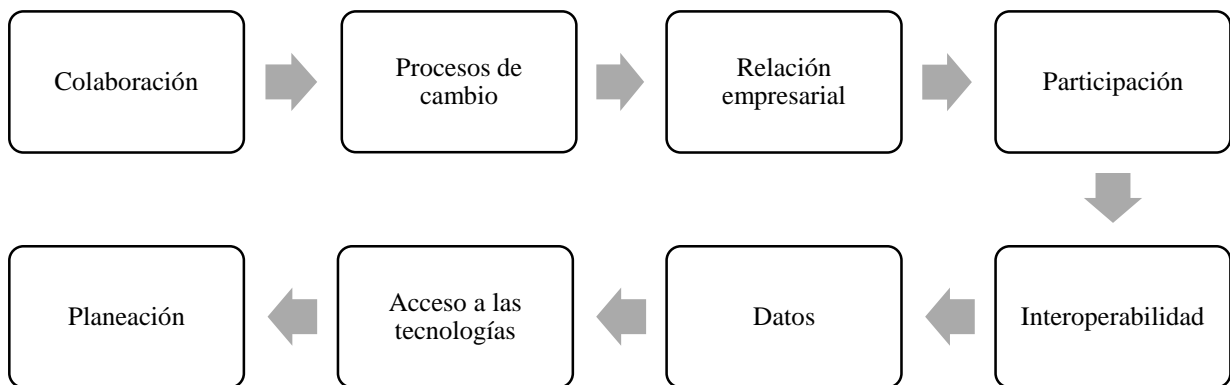


Figura 1: Estrategias para una ciudad inteligente.

Fuente: Elaboración propia.

Estas dimensiones, factores y estrategias permitieron desarrollar la Propuesta Integral y Multidimensional del Modelo de Ciudad Inteligente, que se resume en el figura 2.

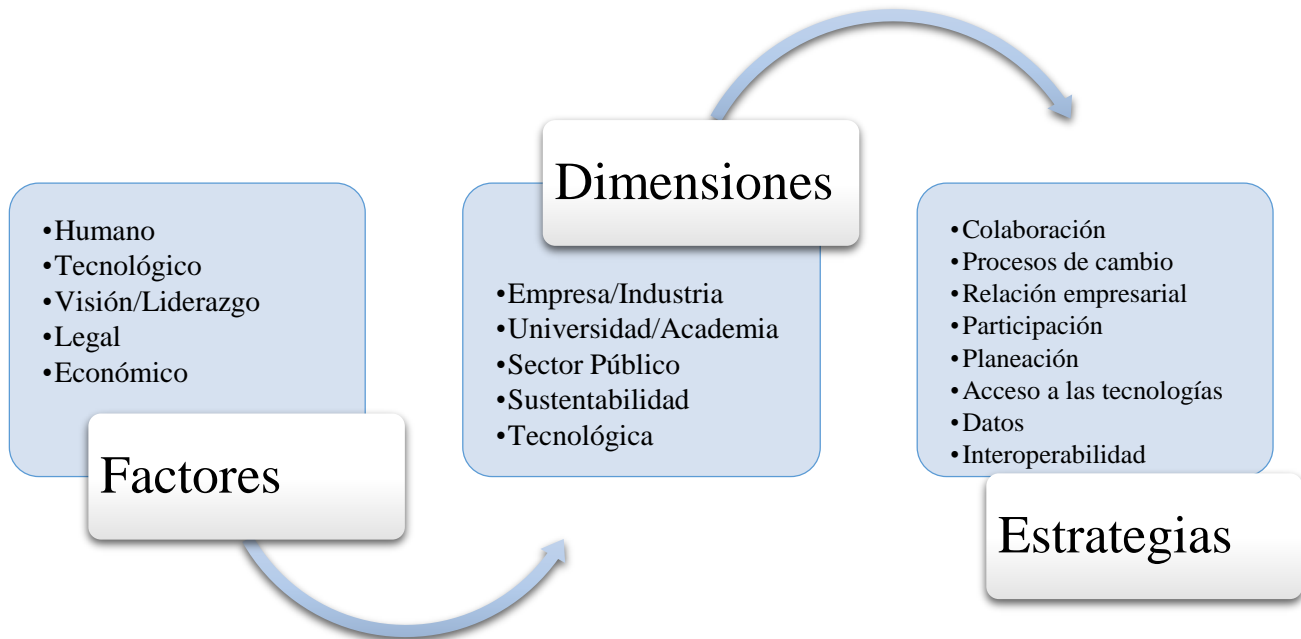


Figura 2: Propuesta de modelo integral y multidimensional de ciudad inteligente.

Fuente: Elaboración propia.

Este estudio, como cualquier otra investigación, tiene limitaciones. Crear un modelo de ciudad inteligente es una tarea difícil debido a los numerosos componentes que la integran e interactúan entre sí. Debido a la complejidad que entraña una ciudad inteligente, resultó extremadamente difícil crear un modelo integrado que incluyera todos sus aspectos. En conjunto, la diferenciación metodológica nos permitió ver cómo las dimensiones, los factores y las estrategias interactúan, se retroalimentan y coexisten, dando lugar a este modelo. Las dimensiones son las componentes de una ciudad inteligente, incluidas las áreas relacionadas con el gobierno, las empresas privadas y las universidades existentes. Los factores incluyen las situaciones, acciones, recursos y capacidades de la ciudad que influyen en los resultados. Por último, las estrategias son acciones que ayudan a maximizar el uso de los factores y, como resultado, lograr cambios en las dimensiones que conducen al desarrollo y consolidación de una ciudad inteligente.

Ciudades latinoamericanas más importantes

Tabla 1: Las 10 ciudades latinoamericanas más importantes según (ICIM).

| Más importante en Latinoamérica. | Posición en Índice ICIM en Latinoamérica | Posición en Ciudad-País | Ranking global 2015 | Índice ICIM en 2015 |
|----------------------------------|--|---------------------------|---------------------|---------------------|
| 1. | 4 | Ciudad de México (México) | 100 | 60.97 |
| 2. | 12 | Sao Paulo (Brasil) | 124 | 55.75 |
| 3. | 2 | Buenos Aires (Argentina) | 85 | 65.60 |
| 4. | 19 | Río de Janeiro (Brasil) | 139 | 51.50 |
| 5. | 1 | Santiago (Chile) | 80 | 66.54 |
| 6. | 18 | Brasilia (Brasil) | 136 | 51.94 |
| 7. | 11 | Lima (Perú) | 122 | 56.14 |
| 8. | 5 | Monterrey (México) | 102 | 60.54 |
| 9. | 7 | Bogotá (Colombia) | 111 | 57.96 |
| 10. | 8 | Guadalajara (México) | 116 | 57.50 |
| | 3 | Medellín (Colombia) | 99 | 61.49 |
| | 10 | Montevideo (Uruguay) | 121 | 56.44 |
| | 6 | Córdoba (Argentina) | 106 | 58.53 |
| | 9 | Porto Alegre (Brasil) | 118 | 56.97 |
| | 13 | Cali (Colombia) | 126 | 55.40 |
| | 14 | Curitiba (Brasil) | 129 | 54.42 |
| | 15 | San José (Costa Rica) | 131 | 53.87 |
| | 16 | Quito (Ecuador) | 132 | 53.73 |
| | 17 | Rosario (Argentina) | 134 | 52.93 |

| Posición de la ciudad desde la mejor hasta la peor | | | |
|--|--|--------------|--|
| Muy buena | | Regular mala | |
| Buena | | Mala | |
| Regular buena | | Muy mala | |

Fuente: (Berrone y Ricart, 2018)

Como se observa en la Tabla 1, las ciudades más importantes de América Latina no siempre son las primeras en introducir la noción de ciudades inteligentes. La posición de las ciudades brasileñas es especialmente notable en este caso, ya que las tres más importantes (Sao Paulo, Río de Janeiro y Brasil) no llegan a figurar entre las diez primeras. También es mala la posición de las dos capitales colombianas, Bogotá y Pereira, Lima, así como de la ciudad mexicana de Guadalajara. Mientras tanto, Medellín, capital de Colombia, y Montevideo, capital de Uruguay, se sitúan a buena distancia. Todo esto significa que, en una clasificación tan compleja y polifacética como la de este indicador, las ciudades no son tan potentes económicamente, pero cumplen otros criterios, como la cohesión social, el capital humano, la tecnología, el medio ambiente y el desarrollo internacional, que suelen ocupar puestos más altos.

A pesar de que muchas ciudades han incorporado en sus hojas de ruta estrategias y proyectos que les permitirán avanzar hacia un modelo de ciudad inteligente, no es prudente generalizar las consecuencias de adoptar las experiencias de otras ciudades en territorios con realidades y perspectivas diferentes. De hecho, es crítico continuar explorando el conocimiento empírico de esta idea, particularmente en el contexto

latinoamericano, donde persisten disparidades socioeconómicas que resultan en ciudades social y territorialmente fragmentadas (Rózga Luter & Hernández Mar, 2019).

Descripción de los sistemas que utilizan los Municipios

La propuesta surge de la creación de un modelo de innovación tecnológica que admita el desarrollo de ciudades inteligentes en el cantón Portoviejo. En primer lugar, se diagnostica la situación actual de los sistemas de información que los GAD Municipales pueden ofrecer a los ciudadanos. En segundo lugar, se determina los factores con los que cuenta el GAD Portoviejo para contribuir al desarrollo de una *Smart City*.

Actualmente, las administraciones municipales se esfuerzan por integrarse en la sociedad de la información y el conocimiento, mejorando la administración para la prestación de servicios públicos, como demuestra la predisposición municipal a disponer de sistemas de información que permitan a los residentes mejorar su calidad de vida, así como de páginas web para informar a los ciudadanos y prestar servicios públicos por vía electrónica.

Tabla 2: Sistemas de Información que emplea el GAD de Portoviejo

| N° | Administración Municipal | Sistemas de Información | | | | |
|----|--------------------------|--|------------------------|-----------------|--|----------------------------|
| | | Sistema integrado de seguridad y emergencias | Servicios electrónicos | Sistema de CCTV | Sistema de gestión de transporte público | Sistema de alerta temprana |
| 1 | GAD Portoviejo | X | X | X | X | X |

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 2, muestra que el GAD de Portoviejo dispone de un sitio web, un sistema integrado de seguridad, un sistema de circuito cerrado de televisión, un sistema de gestión del transporte y un sistema de alerta temprana para proporcionar a los ciudadanos información continua y actualizada.

Análisis FODA

En la Tabla 3, se llevó a cabo el análisis de los servicios electrónicos públicos basados en sistemas de información para ciudades inteligentes desde el análisis FODA, donde se identificaron los puntos de servicio más esenciales.

Tabla 3: Análisis de la matriz Fortaleza Oportunidades Debilidades y Amenazas.

| FORTALEZAS | OPORTUNIDADES |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Ciudadanos acceden a los servicios públicos en cualquier lugar y momento. • Aplicaciones móviles para trámites municipales. • Servicios públicos digitalizados. | <ul style="list-style-type: none"> • Gobierno electrónico impulsado por el gobierno • Gobierno abierto, eficiente y eficaz • Reducción de trámites físicos • Evolución hacia ciudades inteligentes |
| DEBILIDADES | AMENAZAS |
| <ul style="list-style-type: none"> • Los ciudadanos opten por ir a las oficinas | <ul style="list-style-type: none"> • Incidente o delitos informáticos |

| | |
|--|--|
| físicas por los servicios | • Problemas con el acceso al internet. |
| • Seguridad de la información | • Inseguridad en la ciudad. |
| • No existe normativa para regular la protección de datos. | • Falta de conciencia tecnológica. |

Fuente: Elaboración propia.

Análisis Factorial

En la Tabla 4 se muestra que el valor estadístico KMO es 0,856, superior a 0,5, lo que indica que el valor está muy próximo a la unidad y señala un excelente ajuste de los datos al modelo de análisis factorial. Dado que su trascendencia es de 0,000, la prueba de esfericidad de Bartlett ayuda a contrastar la existencia de una correlación significativa entre las variables.

Tabla 4: Análisis Kaiser Meyer Olkin y prueba de Bartlett

| | | |
|--|--------------|----------|
| Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin | | .856 |
| Prueba de esfericidad de Bartlett | Chi cuadrado | 1226.405 |
| | aproximado | |
| | gl | 1275 |
| | Sig. | .000 |

Fuente: Elaboración propia.

Análisis de los resultados

Una vez recopilada la información de los indicadores relevantes, se realiza el análisis adecuado y la aplicación de los programas informáticos *Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)* para el procesamiento de esta información utilizando los métodos de análisis de componentes principales y análisis factorial en función de la variable dependiente e independiente, para determinar los factores que influyen en una ciudad inteligente enmarcada en el cantón Portoviejo. De acuerdo a la observación directa, se identifica un modelo en función de las necesidades y oportunidades que se puedan generar en la ciudad de Portoviejo, de acuerdo a opiniones de expertos y actores de la sociedad en general, se toma como base científica en el modelo de Rueda de Ciudades Inteligentes o Smart Cities Wheel del Dr. Boyd Cohen (Cohen, 2015) con sus seis dimensiones. A continuación, en la figura 3 se presenta el esquema:

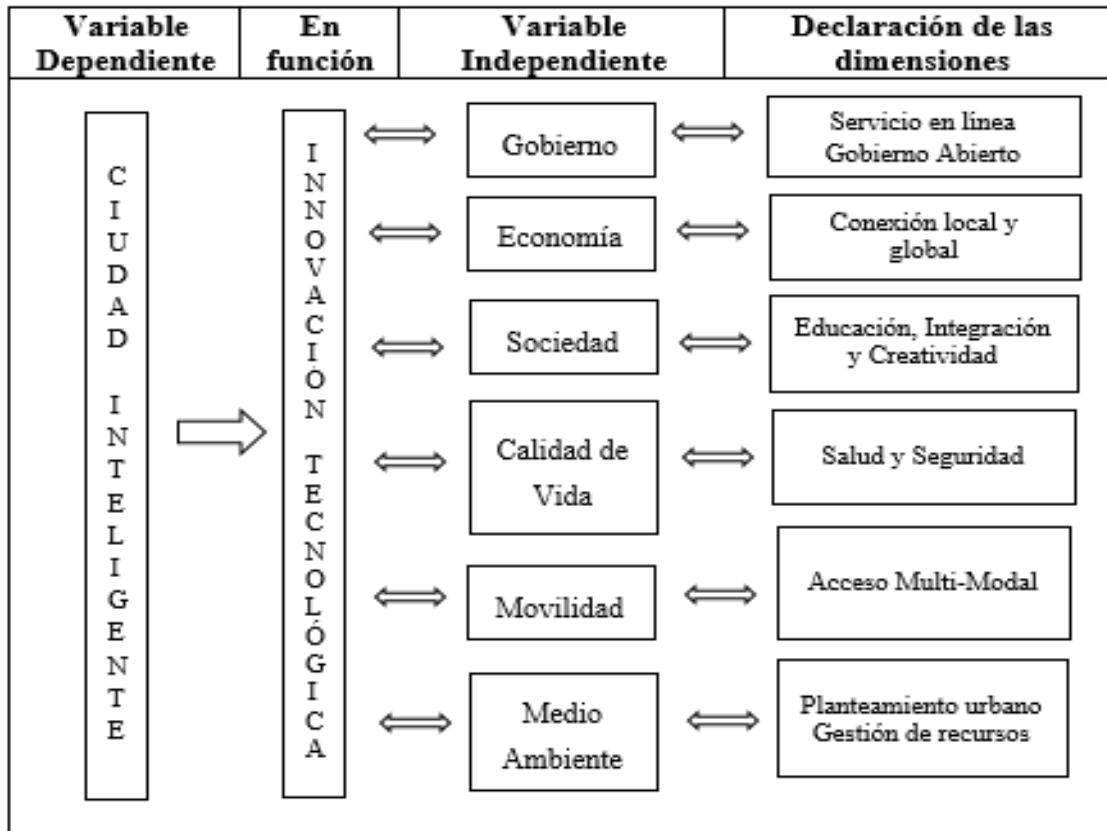


Figura 3: Prototipo de ciudad inteligente propuesto.

Fuente: Datos recopilados a partir del modelo rueda de ciudades inteligentes del Dr. Boyd Cohen (2014).

Los factores que se relacionan entre sí son los siguientes: Los titulados universitarios se asocian a poblaciones que trabajan en industrias creativas, así como en el comercio y la industria. Esto se debe a que los estudiantes tienen una gran capacidad para aportar ideas innovadoras a las empresas una vez que se gradúan en las universidades y comienzan sus carreras profesionales.

El uso de las nuevas tecnologías y sistemas en las transacciones cotidianas por parte de los ciudadanos es lo que ha provocado una correlación entre la compra de bienes o servicios y la banca electrónica, las transacciones y transferencias, la tecnología de la comunicación, los hogares conectados a Internet y las actividades informáticas.

El transporte, el turismo, la vivienda, el medio ambiente y la cantidad de espacio verde urbano por persona están relacionados, dado que Portoviejo es un popular destino turístico conocido por su gastronomía y también tiene acceso a piscinas con agua agridulce, montañas para practicar ciclismo y zonas rurales y urbanas con importantes espacios verdes.

Tabla 5: Resultados de la investigación.

| Variable dependiente | Variable independiente | Nº | Dimensión | Descripción de la variable | Nada Aceptable (1) | Poco Aceptable (2) | Casi Aceptable (3) | Medianamente aceptable (4) | Algo aceptable (5) | Muy aceptable (6) | Completamente Aceptable (7) |
|---------------------------|------------------------|----|-------------------------|--|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------------|--------------------|-------------------|-----------------------------|
| CIUDAD INTELIGENTE | Gobierno | 1 | Servicios en línea | Porcentajes de trámites en línea | | X | | | | | |
| | | 2 | Gobierno Electrónico | Porcentaje de datos abiertos | | X | | | | | |
| | Economía | 3 | Conexión local y global | Porcentaje de empresas dedicadas a las TIC | X | | | | | | |
| | Sociedad | 4 | Educación | Porcentaje de graduados universitarios | | | | X | | | |
| | | 5 | Integración | Porcentaje de hogares que tiene internet | | | X | | | | |
| | | 6 | Creatividad | Población trabajando en industrias creativas | X | | | | | | |
| | Calidad de vida | 7 | Seguridad | Porcentaje de crímenes | X | | | | | | |
| | | 8 | Salud | Esperanza de vida | | | | | | | X |
| | Movilidad | 9 | Acceso Multi-Modal | Uso del transporte público | | | X | | | | |
| | Medio Ambiente | 10 | Gestión de recursos | Volumen de desechos generados | | X | | | | | |
| | | 11 | Planteamiento urbano | m2 de área verde urbano | | | | | | | X |

Discusión de los resultados

La evaluación de este modelo a partir de las variables economía, sociedad, calidad de vida, gobierno, movilidad y medio ambiente permite identificar aquellos factores que requieren atención, lo que se logró a través de pruebas estadísticas, cálculo de probabilidades y análisis subjetivo, asignando una escala de puntos a cada factor. Las variables del modelo que tienen una alta correlación con los factores son la sociedad, el gobierno, la movilidad y el medio ambiente; las demás variables tienen una correlación moderada, lo que indica que Portoviejo no es una ciudad inteligente porque no existe una alta correlación entre todas sus características. Entre los factores que requieren atención inmediata figuran los servicios en línea, el gobierno abierto, la conectividad local y mundial, la educación, la integración, la creatividad, la seguridad, el acceso multimodal y la gestión de recursos.

Es esencial que el GAD Portoviejo desarrolle un plan de acción viable teniendo en cuenta los componentes del modelo presentado, basado principalmente en el servicio en línea, el gobierno abierto, la conectividad local y global, la educación, la integración, la creatividad, la seguridad, el acceso multimodal y la gestión de recursos, para garantizar el desarrollo de tecnologías mediante un modelo de ciudad inteligente, y donde

equipos de trabajadores colaboran con instituciones públicas y privadas para desarrollar estrategias que mejoren la calidad de vida de los ciudadanos.

Conclusiones

La literatura de este trabajo de innovación tecnológica demostró la existencia de varias definiciones para el término ciudades inteligentes, así como diversos conceptos y modelos que integraban los elementos y categorías de diversas maneras. Cabe destacar que Portoviejo aún no es reconocida como una ciudad inteligente; no obstante, está avanzando en esta dirección y, según su visión para 2035, está en camino de convertirse en una Sociedad 5.0 o territorio inteligente.

La herramienta utilizada para el diseño del gemelo digital fue el software informático Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), que permitió realizar un análisis bivariado de las variables presentadas en este estudio, así como detectar valores perdidos y patrones de datos no válidos. Aunque fueron muchos los aspectos y áreas que se discutieron y analizaron, el objetivo principal de este artículo fue integrarlos para crear un nuevo prototipo de ciudad inteligente, basado en el modelo del Dr. Boyd Cohen, el cual está compuesto por numerosos factores que se pueden implantar en el cantón Portoviejo, transformando una ciudad tradicional en una ciudad inteligente.

El prototipo de gemelo digital presentado en este estudio sugiere la conformación de una red, cuyo hilo conductor se encuentra en estrategias que promuevan no solo la participación y colaboración nacional, regional e internacional, sino también la implementación de cambios en los procesos a través del uso de datos, que, al ser analizados, den lugar a nuevos conocimientos, y mediante el aprovechamiento de sensores y de tecnologías de información se promueva una mayor comunicación y un ambiente sustentable. Para ello, se apuesta por facilitar el acceso a la tecnología, lograr la interoperabilidad y establecer una estructura de gobernanza en la que un gran número de actores sociales participen en las grandes decisiones del cantón Portoviejo.

Referencias

- Álava, W. L. S., Rodríguez, A. R., & Ávila, X. L. A. (2022a). Impacto del uso de la tecnología en la formación integral de los estudiantes de la carrera tecnologías de la información. *Journal TechInnovation*, 1(2), 71-77. <https://revistas.unesum.edu.ec/JTI/index.php/JTI/article/download/21/36>
- Álava, W. L. S., Rodríguez, A. R., & Ávila, X. L. A. (2022b). Redes inalámbricas, su incidencia en la privacidad de la información. *Journal TechInnovation*, 1(2), 104-109. <https://revistas.unesum.edu.ec/JTI/index.php/JTI/article/download/25/42>
- Alderete, M. V. (2019a). ¿Las ciudades inteligentes ayudan a combatir el desempleo? Un análisis multinivel. *Estudios demográficos y urbanos*, 34(1), 43-70. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0186-72102019000100043&script=sci_arttext
- Alderete, M. V. (2019b). ¿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*, 14(41), 71-89. <https://www.redalyc.org/journal/924/92460273005/92460273005.pdf>

- Cantú Munguía, I. A., Medina Lozano, A., & Martínez Marín, F. A. (2019). Semillero de investigación: Estrategia educativa para promover la innovación tecnológica. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 10(19). https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-74672019000200011
- Casas-Toris, U. J., Carrillo-Arteaga, A. N. J., & Rodríguez-Aguilar, R. M. (2020). Revisión crítica de sustentabilidad o sostenibilidad, en literatura sobre ciudades inteligentes. *Revista CoPaLa. Construyendo Paz Latinoamericana*(9), 67-90. <https://www.redalyc.org/pdf/6681/668170996009.pdf>
- Cohen, B. (2015). The 3 generations of smart cities. *Inside the development of the technology driven city*. [2].
- Colomé Pérez, A. L., Anías Calderón, C., & Delgado Fernández, T. (2021). Procedimiento para la implementación de la computación en la niebla en ciudades inteligentes. *Ingeniería Electrónica, Automática y Comunicaciones*, 42(1), 45-57. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59282021000100045
- Estrada, G. C. T., Montero, J. M. C., Hernandez, Y. C. U., & Herrera, J. J. R. (2019). Innovación tecnológica: Reflexiones teóricas. *Revista Venezolana de Gerencia*, 24(85). <https://www.redalyc.org/journal/290/29058864011/29058864011.pdf>
- Fonseca, B. B. (2022). Sistemas de recomendación para la Gestión de Proyectos. Análisis Bibliométrico. *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, 15(5), 70-84.
- López López, É. A., & Álvarez-Aros, É. L. (2021). Estrategia en ciudades inteligentes e inclusión social del adulto mayor. *PAAKAT: revista de tecnología y sociedad*, 11(20). https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-36072021000100002&script=sci_arttext
- Reinoso, G. G. L., Sellan, L. B., & Lavayen, D. G. M. (2022). Ciudades inteligentes y su importancia ante el Covid-19. *Revista Qualitas*, 23(23), 101-115. <https://revistas.unibe.edu.ec/index.php/qualitas/article/download/139/114>
- Rózga Luter, R. E., & Hernández Mar, R. (2019). El Concepto de Ciudad Inteligente y Condiciones para su implementación en las ciudades latinoamericanas más importantes. <http://ru.iiec.unam.mx/4652/1/4-172-Rozga-Hernandez.pdf>
- Sánchez, D. A., Lorenzo, F. C., & González, J. S. (2019). Innovación tecnológica y social en medios digitales: análisis del caso de Quartz News. *Revista latina de comunicación social*(74), 1697-1713. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7124977.pdf>