DOCUMENTOS
DE TRABAJO AREANDINA
ISSN: 2665-4644

Diseño, Comunicación y Bellas Artes
Sede Valledupar

HERRAMIENTAS DE PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN DE CIUDADES O TERRITORIOS INTELIGENTES Y SOSTENIBLES PARA SU IMPLEMENTACIÓN EN LOS PLANES DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL EN COLOMBIA

Jorge Andrés Ortiz Rodríguez
Rubby Stephanny Gnecco Niño

AREANDINA
Fundación Universitaria del Área Andina

Las series de documentos de trabajo de la Fundación Universitaria del Área Andina se crearon para divulgar procesos académicos e investigativos en curso, pero que no implican un resultado final. Se plantean como una línea rápida de publicación que permite reportar avances de conocimiento generados por la comunidad de la institución.

HERRAMIENTAS DE PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN DE CIUDADES O TERRITORIOS INTELIGENTES Y SOSTENIBLES PARA SU IMPLEMENTACIÓN EN LOS PLANES DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL EN COLOMBIA

Jorge Andrés Ortiz Rodríguez

Arquitecto. Magíster en Intervención Sostenible en el Medio Construido. Docente investigador del programa de Arquitectura de la sede Valledupar de la Fundación Universitaria del Área Andina.

Correo electrónico: jortiz221@areandina.edu.co

Rubby Stephanny Gnecco Niño

Arquitecta. Magíster en Gestión Estratégica de Proyectos de Arquitectura. Directora del programa de Arquitectura de la sede Valledupar de la Fundación Universitaria del Área Andina. Investigadora.

Correo electrónico: rgnecco2@areandina.edu.co

Cómo citar este documento:

Ortiz Rodríguez, J. A., y Gnecco Niño, R. S (2024). Herramientas de planificación y gestión de ciudades o territorios inteligentes y sostenibles para su implementación en los planes de ordenamiento territorial en Colombia. *Documentos de Trabajo Areandina* (2024-1). Fundación Universitaria del Área Andina. https://doi.org/10.33132/26654644.2439

Resumen

Este documento tiene como propósito presentar herramientas para la planificación y desarrollo territorial en el contexto de Valledupar, Colombia, a partir de las conclusiones del trabajo realizado por el programa de Arquitectura Valledupar en sus proyectos de investigación en ordenamiento territorial sostenible. Se desarrolla a partir de los procesos de investigación formativa y proyectos de investigación en curso del programa de Arquitectura Valledupar. Las metodologías de trabajo se enmarcan en enfoque mixto y se desarrollan cuatro temáticas centrales: educación, ordenamiento territorial, tecnología y metodologías de gestión de territorios. Al final del documento se presentan los hallazgos y conclusiones.

Palabras clave: ciudad cognitiva, datos espaciales, ordenamiento territorial, *smart cities.*

Introducción

El propósito de este documento es presentar conclusiones y recomendaciones para la implementación de herramientas de planificación y desarrollo territorial en el contexto de Valledupar, Colombia, analizadas a partir de procesos de investigación desarrollados por el programa de Arquitectura Valledupar de la Fundación Universitaria del Área Andina. El enfoque de las investigaciones es mixto, ya que se tuvieron en cuenta variables cuantitativas y cualitativas. Entre las variables cuantitativas se incluyeron uso de suelos, alturas, predios, datos demográficos y económicos; entre las variables cualitativas se incluyó la percepción de estudiantes del programa de Arquitectura y de habitantes de los sectores urbanos sobre procesos de desarrollo urbano y sobre las plataformas de visualización de datos urbanos.

Los temas se desarrollan en cuatro categorías:

1. Componente educativo, en el que se muestran los procesos formativos desarrollados para enseñanza-aprendizaje de observación y análisis de los contextos urbanos con los estudiantes del progra-

ma de Arquitectura, participantes en grupos de estudio, semilleros de investigación y asignaturas de la línea de proyectos.

2. Ordenamiento territorial, en el que se desarrollan las problemáticas relacionadas con planificación y aplicación de normativas.

3. Aplicación de nuevas tecnologías, en las que se expone cómo por medio de nuevas herramientas tecnológicas se pueden desarrollar soluciones que permitan mejorar la gestión de los territorios.

4. Metodologías de gestión de territorios, en la que se plantea cómo mediante los conceptos de "ciudades o territorios inteligentes" se puede desarrollar metodologías de gestión de dichos territorios y cómo en el caso de Colombia y de Valledupar, podría ser mucho más apropiado hacer un tránsito hacia el desarrollo de "ciudades cognitivas".

Para facilitar la lectura del documento se presenta la información clasificada por temáticas que se desarrollan de forma transversal, por lo que es fundamental tener en cuenta que cada una muestra una base de conceptos y una línea de tiempo particulares para entender su evolución, y al final se genera una integración de los temas dentro de los hallazgos y conclusiones del documento.

Educación

La reflexión sobre la enseñanza de la arquitectura pasa por valorar las impresiones que se generan en medio de las relaciones que se dan entre profesores y estudiantes, como indica Uribe Lemarie (2022): acompañamiento, confianza, escucha, espacios de conversación, asuntos sobre lo objetivo y subjetivo, diálogo constructivo, actitudes. Esta dinámica de diálogo

es poco observada, toda vez que la producción característica del arquitecto es lo que se diseña y lo que se construye; el producto es eventualmente reconocido públicamente y ha pasado por múltiples procesos de validación. De igual manera, la construcción de la identidad del arquitecto pasa por su definición como una figura pública, dicha figura se va construyendo de una manera dialógica como lo indica Taylor (2009), y además enfrenta asumir esa construcción desde la complejidad semiótica que abarca la palabra hablada, la representación del objeto diseñado, la lectura del contexto y las metodologías de procesos constructivos, elementos que se retroalimentan entre sí de manera constante. Tal como indica el Documento Maestro del Programa de Arquitectura de la Fundación Universitaria del Área Andina (Vicerrectoría Académica, 2020), el entorno educativo debe propiciar una cultura de constante diálogo entre profesores, alumnos y el sector externo con el objetivo de lograr un hábito de diálogo, lectura, escritura, conferencias y exhibiciones que desarrollen un balance teórico práctico en la formación de los futuros arquitectos.

El proceso creativo del estudiante de primer semestre enfrenta desde el primer día del taller de diseño, situaciones en las que los saberes previos con los que llega se perciben como deslegitimados (Souza, 2006). Esto se da en parte debido a que en un corto periodo de tiempo debe adquirir gran cantidad de capacidades, apropiar y poner en práctica los conocimientos que recibe de manera transversal, y ser conscientes de las demandas de la sociedad frente a las expectativas que se tienen de un arquitecto. No es suficiente con un buen diseño curricular, pues se debe garantizar que los procesos de aprendizaje logren los objetivos trazados y sean acordes a las posibilidades de los estudiantes y, por parte de la universidad, es necesario crear el ambiente propicio. El Documento Maestro del programa de Arquitectura Areandina (2020) menciona las capacidades de abstracción, conceptualización, creación y manipulación de conceptos de estética, técnica y función asociadas al contexto como uno de los resultados de aprendizaje esperados una vez que el estudiante finalice sus estudios. La metodología del taller de diseño involucra a los estu-

No es suficiente con un buen diseño curricular, pues se debe garantizar que los procesos de aprendizaje logren los objetivos trazados y sean acordes a las posibilidades de los estudiantes...

diantes y docentes en procesos de prototipado de proyectos que deben basarse en evidencias que alimentan los objetivos y expectativas del proyecto. Las evidencias requieren de estudios previos sistematizados del entorno en el que se pretende implantar los proyectos. Un programa de arquitectura es una oportunidad para reflexionar sobre pedagogía y sobre el estudio del entorno construido y construible, en diferentes escalas de tiempo y espacio, de acuerdo con los alcances de cada proyecto, lo que convierte al proyecto de formación, en una novedosa oportunidad para la investigación en el contexto de la revolución de la ciencia de datos y las ciudades inteligentes.

...para la enseñanza de la arquitectura, se inició una prueba piloto tomando como caso de estudio el Centro Histórico de Valledupar...

Con el fin de desarrollar proyectos que articulen las consideraciones anteriores para la enseñanza de la arquitectura, se inició una prueba piloto tomando como caso de estudio el Centro Histórico de Valledupar, en la que se realizó una revisión y modelado del sector delimitado por el Plan Especial de Manejo y Protección del Centro Histórico de Valledupar en el marco de proyectos de investigación formativa, del grupo de estudio del programa de arquitectura en el periodo 202310 y semillero de investigación 202360 y 202410.

Para lo anterior se planteó el diseño de una metodología de enseñanza-aprendizaje con los estudiantes participantes en los proyectos de investigación formativa y semilleros de investigación. Tomando como referencia el enfoque morfologista de análisis urbano propuesto por Kevin Lynch en su libro *La imagen de la ciudad (*Lynch, 1998) y por Christopher Alexander en su libro *Un lenguaje de patrones* (Alexander et al., 1980), se diseñaron fichas para observación guiada, de manera que los conceptos teóricos pudieran identificarse con mayor facilidad en el entorno construido. Luego se realizaron salidas de campo con docentes y estudiantes en los periodos académicos, registrando la información de las observaciones en las fichas. En los ejercicios se identificó que la información recogida, además de plantearse como un diálogo entre la percepción de los estudiantes y los conceptos de morfología urbana contenidos

en las fichas, sigue una estructura que puede alimentar bases de datos geoespaciales. Como base de la propuesta para representación de datos se tomó la propuesta metodológica de Scianna (2013), identificándose una oportunidad para el desarrollo de un modelo dentro de una base de datos geoespacial accesible a través de navegadores de internet, usando un proceso conceptual replicable e interoperable utilizando recursos de código abierto en la nube ya consolidados. En este contexto se planteó apoyar los procesos de aprendizaje buscando a futuro el funcionamiento de una plataforma de visualización de la manera en la que lo señalaron Grübel et al. (2022), en el cual, centrados alrededor de un "entorno de datos" se articulan los "entornos analíticos, físicos y virtuales" interconectados entre sí por medio de procesos de "generación", "interacción" y "aplicación".

Ordenamiento territorial

La Ley 388 de 1997 o Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial cambió el paradigma de la gestión territorial en Colombia, al establecer los Planes de Ordenamiento Territorial (POT) como mecanismos para promover el ordenamiento del territorio, el uso equitativo y racional de suelo, la preservación y defensa del patrimonio ecológico y cultural y la prevención de desastres (Ley 388 de 1997), cambiando la concepción de ciudad desde las perspectivas de gobernanza, y facilitando el acceso a información técnica y confiable dentro de las discusiones sobre urbanismo y proyectos de ciudad. La Constitución de 1991 además declaró la función social de la propiedad en su artículo 57, junto a la función ecológica que le es inherente, asociándolo a los derechos a la vivienda, los servicios públicos domiciliarios, el espacio público y la protección del medio ambiente y prevención de desastres. La ley se denomina orgánica ya que su objetivo es armonizar la concurrencia entre las entidades territoriales, autoridades ambientales creadas por el Sistema Nacional Ambiental (Ley 9 de 1993) y demás instancias y autoridades administrativas de planificación. La discusión

La Constitución de 1991 además declaró la función social de la propiedad en su artículo 57, junto a la función ecológica...

que desembocó en dichas leyes fue bastante extensa, pues la tradición sobre normatividad urbanística en Colombia estuvo regida por un largo tiempo por las disposiciones del derecho privado y civil (Arbouin-Gómez, 2012). Este cambio de paradigma tomó por sorpresa gran parte del país, debido a la escasez de profesionales con la formación técnica en planificación urbana, sumado a la naturaleza de visión de largo plazo de los POT, los cuales trascienden los periodos de gobierno de cuatro años, pues se formulan para un plazo de ejecución de doce años, o tres periodos de gobierno.

La nueva visión administrativa y de planeación estratégica de los POT (Camelo Garzón et al., 2015), ha devenido en que la mayoría de municipios desconocen la efectividad o el fracaso de los instrumentos de planificación que formulan. Esta situación demanda profesionales capacitados dentro del personal administrativo de las entidades gubernamentales, además de consultorías técnicas especializadas para poder lograr procesos de planificación efectivos. El principio de función social de la propiedad, al estar atado a diversos derechos protegidos por la Constitución, exige también procesos participativos como insumos para el ordenamiento territorial (Huertas Gómez, 1999). Si bien en un principio tales procesos tienen un componente altamente técnico (Ossa y Estrada, 2011), existe un riesgo de marginación de actores que no cuentan con los fundamentos necesarios para involucrarse en procesos de concertación de los POT.

La consolidación de sistemas de información que buscan monitorear los planes de desarrollo, de acuerdo con la Ley 152 de 1994, y otras iniciativas para la centralización de datos espaciales disponibles para el público, ofrecen una ventana de oportunidad para desarrollos tecnológicos y procesos de apropiación que reviertan la tendencia y acerquen a la totalidad de las partes interesadas los procesos de ordenamiento territorial. Los estudiantes de arquitectura, durante sus primeros semestres de formación, en mayor o menor medida, forman parte de los grupos poblacionales que carecen de los

...de acuerdo con la Ley 152 de 1994, y otras iniciativas para la centralización de datos espaciales disponibles para el público, ofrecen una ventana de oportunidad para desarrollos tecnológicos...

conocimientos necesarios para apropiarse de los procesos de ordenamiento territorial, por lo que se plantean metodologías y herramientas asociadas a sistemas informáticos, con lo cual se espera despertar la curiosidad por el estudio de las dinámicas urbanas y facilitar la apropiación de los instrumentos de ordenamiento del territorio, no solo para desarrollar sus proyectos con un direccionamiento claro hacia su viabilización, sino también para valorar la pertinencia de estos frente a las necesidades y expectativas que se generan alrededor de la construcción del hábitat.

Tecnología

La cuarta revolución industrial ha posibilitado nuevas maneras de visualizar, representar y vivir en un territorio. Experiencias a nivel mundial han mostrado que tecnologías fácilmente accesibles y de bajo costo de implementación pueden convertirse en poderosas herramientas para acercar diferentes actores que inciden dentro de la toma de decisiones sobre la gestión de un territorio (Dembski et al., 2020). El Gobierno colombiano no ha sido ajeno a estas tendencias, toda vez que la implementación de sistemas de datos y su apertura al público para consulta son una evidencia de los esfuerzos en dar respuesta a múltiples problemáticas que involucran la gestión territorial, sin embargo, el ritmo de implementación de estas tecnologías varía de acuerdo con la capacidad técnica de cada región (Ossa y Estrada, 2011), creando nuevas brechas de desigualdad entre los centros urbanos mejor integrados dentro de las redes de intercambio global y las regiones con menores posibilidades de acceso a información confiable.

A partir en el artículo 104 de la Ley 1753 de 2015 del Plan Nacional de Desarrollo 2014–2018, "Todos por un nuevo país", se estableció que el Gobierno nacional promovería la implementación de un catastro con enfoque multipropósito (IGAC, 2016) y en el marco del Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 "Colombia Potencia Mundial de la Vida" (Congreso de Colombia, 2023), el proyecto de catastro multipropósito tiene cabida dentro de las

estrategias relacionadas con la transformación digital como motor de oportunidades e igualdad y de conectividad digital para las regiones.

Para municipios con baja capacidad técnica y de gestión se hace necesario el acceso a la información geográfica y catastral mediante herramientas de fácil aprendizaje, manejo y adaptación (Scianna, 2013). Como se había mencionado, los procesos formales de ordenamiento territorial producen documentos técnicos de soporte a la planificación de un territorio e involucran actores con conocimientos técnicos a los cuales se les asigna una posición privilegiada, mientras que el grueso de los ciudadanos es marginado debido a múltiples factores, uno de ellos asociado a las dificultades generadas desde el dominio del lenguaje técnico (Vilches Blázquez et al., 2008), factor común con los estudiantes de arquitectura. Se hace necesario, entonces, para proyectos de acceso a información geográfica, establecer paralelos entre las distintas maneras en las que los ciudadanos se sitúan en un contexto territorial y el modo cómo los profesionales técnicos abarcan las problemáticas para establecer diálogos que promuevan procesos de ordenamiento territorial concertados e incluyentes.

...los ciudadanos se sitúan en un contexto territorial y el modo cómo los profesionales técnicos abarcan las problemáticas para establecer diálogos....

Los Sistemas de Información Geográfica son una de las principales herramientas empleadas para la generación de POT. La apropiación de estas herramientas por parte de los estudiantes de arquitectura plantea una serie de retos desde las necesidades específicas de estos (García-Almirall et al., 2014) y sus percepciones personales. Tener presentes los paralelos que se generan frente un mismo fenómeno geográfico entre diferentes actores podría contribuir a facilitar el diálogo (García-González, 2022), lo cual también requiere de una reflexión acerca de las metodologías sobre las cuales se llevan a cabo los procesos de concertación de los POT, pues si estos se amparan en una herramienta tecnológica que facilite la armonización semántica de la información geográfica (García-Almirall et al., 2014) se podrían representar con mayor facilidad las visiones de todos los ciudadanos frente a las posibilidades que

ofrece el entorno para su consecución. Por ejemplo, una herramienta de tipo Geo Portal de código abierto y amplia interoperabilidad sería la solución tecnológica adecuada para poder apoyar los procesos de planificación, toma de decisiones y ejecución de proyectos de impacto urbanístico, siguiendo la conceptualización de Grieves (2017), teniendo como punto de partida la representación del sistema físico por medio de programas informáticos a los cuales se les puede añadir poco a poco nuevas funcionalidades.

Las ciudades inteligentes a menudo requieren la recolección de cantidades masivas de datos georreferenciados, los cuales provienen de fuentes heterogéneas. La ciencia de datos aparece como herramienta de gran importancia (Bujari et al., 2021). Teléfonos inteligentes, cámaras y sensores dedicados son sincronizados a través de procesos de ingestión de datos, estos últimos luego son transformados sintácticamente para que integren la red de macrodatos sobre la cual se basan las operaciones de la ciudad inteligente. Se plantea la interoperabilidad semántica como elemento clave, pues facilita la colaboración entre partes interesadas como por ejemplo departamentos y agencias gubernamentales que, aunque utilicen diferentes programas de *software*, pueden compartir bases de datos con significados comunes para lograr mayor efectividad en las operaciones (Shareef et al., 2023).

Diferentes medios de adquisición de datos pueden ayudar a generar diagnósticos en tiempo real de las problemáticas ambientales de las ciudades (Ramani, 2023), otras variables asociadas con aspectos sociales y económicos se podrían levantar mediante algoritmos de ciencia de datos y aprendizaje automático.

Se ha demostrado que los procesos de participación ciudadana intermediados por tecnologías de la información reciben una buena acogida por parte del público en general (Dembski et al., 2020), con el uso de modelos virtuales interactivos de ciudad, plataformas de información, voto y sistemas de visualización de simulaciones y escenarios. Una metodología que facilite la participación ciudadana intermediada por herramientas digitales, teniendo en cuenta que la planificación utiliza el nivel más alto

de cognición humana (Jiménez Pacheco et al., 2019) se hace patente la necesidad de un paradigma de ciudad cognitiva que permita recoger las complejidades de los diferentes actores y sus procesos cognitivos interactuando con herramientas tecnológicas para la construcción de ciudades inteligentes.

Metodologías de gestión de territorios

En el contexto latinoamericano, la adopción del concepto de *ciudad inteligente* se suele incluir en los planes de gobierno de varias ciudades, sin que se haya hecho un diagnóstico adecuado para su implementación (Ramírez Bernal, 2022). Esto quizás se deba a que tampoco hay un consenso claro sobre lo que es una ciudad inteligente, pues existen múltiples definiciones que varían según las expectativas o visiones de ciudad a las que se desea llegar o la tecnología que se necesita emplear para lograrla. Kitchin (2015) describe tres visiones que resumen lo que se plantea desde la academia, las partes interesadas en proyectos de ciudad y las grandes empresas.

La primera visión propone una ciudad consciente del dinamismo de sus mecanismos de regulación y gobernanza y, por lo tanto, emplea medios tecnológicos que permiten levantar información constantemente para entregarla a centros de control que puedan tomar decisiones con facilidad y en tiempo real.

La segunda visión plantea el uso estratégico de tecnologías de la información y la comunicación para reconfigurar el capital humano, la creatividad, la innovación, la educación, la sostenibilidad y la gestión, entonces, el uso de estas tecnologías por parte de ciudadanos, trabajadores y servidores públicos redunda en la efectividad de la política, el desarrollo y la gobernanza de las ciudades. Por último, hay una tercera visión menos centrada desde la óptica tecnocentrista y más orientada hacia el empoderamiento de una ciudadanía que ejerce

como contrapeso, por lo que las tecnologías de la información y comunicación promueven un modelo centrado en el ciudadano que favorece la innovación y la justicia social, la participación ciudadana y el *hacktivismo*[1], para obtener una gobernanza de la ciudad transparente y responsable.

En el contexto colombiano, la adopción de medidas de gobierno con base en sistemas de datos se ve truncada dadas las limitaciones de acceso a datos de una manera eficiente. La plataforma de datos abierta del Gobierno depende en gran medida de la capacidad y la disposición de los gobiernos locales para alimentarla. Esto dificulta un ejercicio ciudadano de alcance masivo que dé sentido a conjuntos de datos con el objetivo de modificar medidas de gobierno y en últimas el uso de los datos queda relegado al personal técnico designado por las administraciones locales. En cuanto al mejoramiento de indicadores relacionados con educación, innovación, creatividad, sostenibilidad y gestión, la dificultad de acceso a datos redunda también en dificultad de mejoramiento de los indicadores, pues se requieren capacidades técnicas para consolidar de manera adecuada las fuentes de información que permitan generar líneas base.

A pesar de las intenciones por parte de los programas del Gobierno de implementar las *ciudades inteligentes*, los ciudadanos han podido valerse de tecnologías asociadas a redes sociales de internet para impulsar y gestionar iniciativas de justicia social, activismo y responsabilidad gubernamental.

La tercera visión de ciudad inteligente se materializa principalmente en la medida en que los ciudadanos comienzan a usar las tecnologías para resolver los vacíos que encuentran dentro de las competencias del Gobierno. La medida en que una tecnología pueda servir de catalizador para dinámicas sociales depende en la facilidad en la que dicha tecnología es adoptada y aprovechada por los ciudadanos, la masificación de la tecnología móvil inteligente frente a otras tecnologías asociadas a la informática

...La tercera visión de ciudad inteligente se materializa principalmente en la medida en que los ciudadanos comienzan a usar las tecnologías para resolver los vacíos...

1 *Hacktivismo*: término que combina los conceptos *hacker* y *activismo* para referirse a una búsqueda de cambio social por medio del *hackeo* de sistemas informáticos.

en la sociedad colombiana está relacionada con las ventajas que esta ofrece como catalizadora de formas ya existentes de comunicarse y de expresarse dentro de una cultura, pues se trata de un medio que facilita procesos de retroalimentación de la información compleja en tiempo real, maximizando la sensación de vivir en el presente, al tiempo que permiten el desarrollo de varias microactividades en simultáneo y por un costo muy competitivo, a diferencia de la computación tradicional que usa computadores de escritorio, que es relativamente más costoso y requiere de protocolos secuenciales para funcionar, y atienden menos actividades relacionadas con el día a día de gran cantidad de la población.

Entre las tecnologías asociadas a las ciudades inteligentes y a la llamada cuarta revolución industrial, se encuentran el internet de las cosas, los macrodatos (*big data*) y la inteligencia artificial. Los ciudadanos se ven beneficiados por estas en su día a día desde el lado del consumo, al aprovechar recomendaciones de las aplicaciones que levantan información sobre nosotros cada segundo para crear gemelos digitales de nuestros posibles deseos y necesidades. El dominio de estas tecnologías para una gobernanza transparente y responsable implica un tipo de compromiso más consciente por parte de la ciudadanía, lo que exige una nueva cultura frente al aprovechamiento y la apropiación de herramientas tecnológicas. En este punto es importante resaltar una crítica a las agendas de las ciudades inteligentes, pues como ya se ha mencionado, la apropiación de herramientas tecnológicas está vinculada a la afinidad cultural y por ende también pueden vincularse afinidades ideológicas que buscan disminuir al estado y privatizar servicios de la ciudad, impulsados por intereses comerciales que ven en capturar funciones gubernamentales oportunidades de mercado (Hollands, 2008).

...la apropiación de herramientas tecnológicas está vinculada a la afinidad cultural y por ende también pueden vincularse afinidades ideológicas...

La implementación de las dos visiones tecnocráticas requiere una mayor inversión por parte de gobiernos y de múltiples partes interesadas en capacitar capital humano para que pueda entender y desarrollar herramientas digitales dentro de

lo que se conoce como internet de las cosas, macrodatos e inteligencia artificial. Comprender una ecología de culturas (De Sousa Santos, 2011) en el ámbito del uso de herramientas digitales sería una hoja de ruta para desarrollar de manera efectiva las estrategias de ciudades inteligentes que logren capitalizar el potencial de las tecnologías de la información para alcanzar una gobernabilidad de ciudades a conformidad con lo que se plantea que es la ciudad inteligente.

Por otro lado, sectores académicos han mostrado preocupación frente a la implementación de los instrumentos de planificación territorial en los municipios. Frente a esto, se hace necesario identificar de manera detallada las causas de este fenómeno. La aplicación de un modelo conceptual para el seguimiento y la evaluación de la gestión territorial, tal como lo proponen Carmelo Garzón et al. (2015), podría apalancarse de una estrategia de ciudad inteligente que involucre tanto a ciudadanos desde una visión empoderadora, así como a los actores responsables de gestión de procesos de ordenamiento territorial, a la luz de un esquema que reconozca una ecología de culturas en cada municipio.

Al compartir un territorio, el mosaico de subculturas (Alexander et al., 1980) genera diferentes significados para los mismos términos, planteándose la posibilidad de establecer correspondencias semánticas y, para ello, se puede recurrir a la teoría de ontologías informáticas, lo cual eventualmente genera marcos de referencia que pueden ser utilizados por herramientas de internet de las cosas, macrodatos e inteligencia artificial en el contexto de la ciudad inteligente. De esta manera, se podría garantizar el empoderamiento de las ciudadanías al generarse representaciones virtuales de sus culturas, sin embargo, la garantía del éxito de este enfoque se da en la medida en que cada subcultura pueda involucrarse en el proceso de generar su propia ontología de datos mediante esquemas participativos y contrastándolas con las ontologías de las demás subculturas que conforman el mosaico. Este proceso también debe ser dinámico y actualizado a lo largo del tiempo.

De esta manera, se podría garantizar el empoderamiento de las ciudadanías al generarse representaciones virtuales de sus culturas..

Uno de los retos que enfrenta actualmente nuestro país ante este panorama es la implementación de los catastros multipropósito municipales, los cuales parten de un modelo conceptual formulado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), el cual constituye a su vez una ontología informática y puede tomarse como punto de partida para las ontologías de las culturas.

Articulación de herramientas y estrategias para el desarrollo de las ciudades inteligentes

El desarrollo implica procesos de transformación y, por tanto, constantes cambios en todas las dinámicas que se presentan en los territorios. Las ciudades son inteligentes debido a su alta capacidad de aprendizaje e innovación. Sus instituciones de producción de conocimiento se apoyan en una infraestructura digital para la comunicación como un medio para habilitar el desarrollo social, ambiental y cultural; de ahí la importancia de la inteligencia colectiva de las instituciones de la ciudad, así como el capital social para la innovación (Hollands, 2008).

Por lo anterior, es necesario que en el desarrollo de propuestas de ordenamiento territorial se tengan en cuenta por un lado, consideraciones propias del contexto como: localización, clima, topografía, ecosistemas, habitantes, sociedad, cultura, entre otras; y por otro lado, herramientas tecnológicas (Papyshev y Yarime, 2021) que sean capaces de articular múltiples consideraciones y dimensiones para el análisis de dichas propuestas que sean de fácil visualización y acceso a la ciudadanía, garantizando su articulación y participación en dichos procesos de desarrollo.

Con el fin de avanzar en el desarrollo de una propuesta que permita integrar herramientas de planificación y gestión

de ciudades o territorios inteligentes y sostenibles para su implementación en los POT en Colombia, desde el programa de Arquitectura Areandina se plantea una propuesta para el desarrollo de una metodología en la que se involucre la educación de los estudiantes en temáticas de ordenamiento territorial sostenible que tengan en cuenta las consideraciones sobre los sistemas de gestión y a su vez permitan la consolidación de los datos en plataformas de visualización que faciliten su acceso y análisis.

Metodología

Por lo anterior, para el desarrollo de la propuesta metodológica se plantearon dos procesos que se llevaron a cabo de manera simultánea, el proceso educativo y el proceso de desarrollo de la investigación para desarrollo de un piloto de visualización de datos de Valledupar.

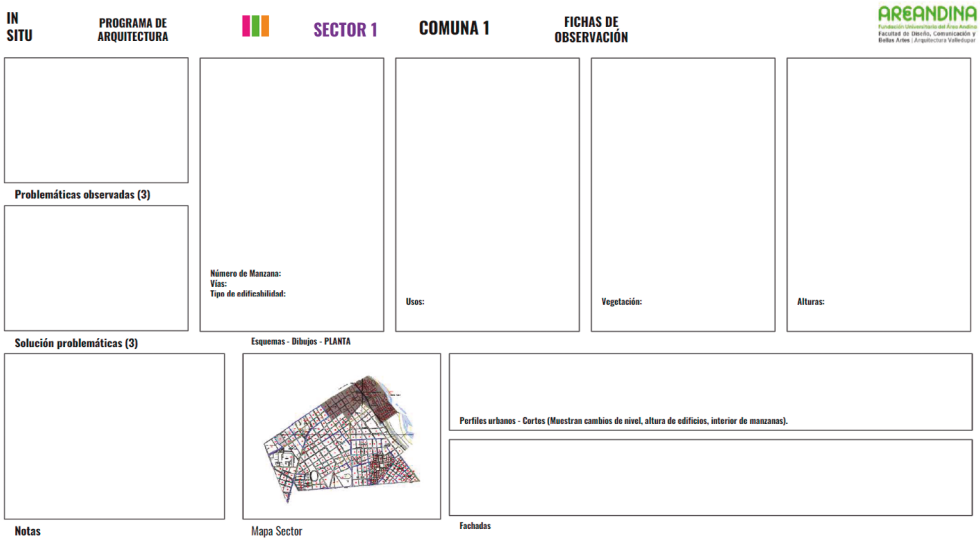
Proceso educativo

El desarrollo del proceso educativo se realizó en dos tipos de espacios formativos, por una parte, en sesiones de los semilleros de investigación In Motion del programa de Diseño Gráfico e I*n Situ* del programa de Arquitectura; y, por otra parte, a través de proyectos PISE (Proyectos Integrador de Semestre) de las asignaturas de las líneas de Taller de Arquitectura y Urbanismo y Representación Arquitectónica de semestres II y III de los periodos 202310, 202360 y 202410.

En ambos espacios formativos se orientó el proceso de enseñanza-aprendizaje de observación urbana por medio del desarrollo de salidas de campo con fichas previamente explicadas en las que se recogió información de problemáticas, soluciones, número de manzanas, vías, tipo de edificabilidad, usos, vegetación, alturas, mapa del sector y espacios para toma de notas y realización de esquemas o planos de perfiles (fachadas) y cortes urbanos. En la figura 1 se muestra la ficha de observación de guía.

El análisis de estas fichas se utilizó para contrastar la información consultada en fuentes de información bibliográfica y geográfica. Estos resultados se presentan en las conclusiones del presente documento.

Figura 1. Ficha de observación urbana. Guía salidas de campo.



Fuente: elaboración propia con cartografía del POT Valledupar.

Nota: la ficha de observación contiene los títulos y espacio correspondiente para recopilar información de problemáticas, soluciones, número de manzanas, vías, tipo de edificabilidad, usos, vegetación, alturas, mapa del sector y espacios para toma de notas y realización de esquemas o planos de perfiles (fachadas) y cortes urbanos.

Por otro lado, se desarrollaron mesas de trabajo con los estudiantes dentro de las sesiones de semilleros de investigación en las cuales se realizaron preguntas sobre su percepción de los procesos de desarrollo urbano y las plataformas de visualización de datos. Esta información fue analizada y se presenta dentro de las conclusiones de este documento.

Proceso de desarrollo de la investigación

Atendiendo la metodología propuesta desde la Subdirección de Innovación de la Fundación Universitaria del Área Andina se desarrollaron la Hoja de Ruta (Areandina, 2023) y Herramienta Norte (ORTT, 2020) propuestas para guiar el proceso de investigación, determinar el nivel de madurez tecnológica y sus futuras etapas de desarrollo. Mediante dichas herramientas se realizaron las siguientes actividades: análisis de la problemática planteada comprobando actores clave, aplicaciones de la herramienta propuesta, beneficios, propuesta de valor, vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva, análisis de patentes, exploración de los usuarios y clientes, lienzo de la propuesta de valor, aplicaciones, beneficios para los usuarios y nivel de madurez tecnológica. Las conclusiones de los avances en este proceso se presentan a continuación.

Tabla 1. Variables e instrumentos de recolección de datos

TIPO DE VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	VARIABLE	INSTRUMENTO
Independiente	Cuantitativa	Usos	Fichas de observación
Independiente	Cuantitativa	Alturas	Fichas de observación
Independiente	Cuantitativa	Predios	Fichas de observación
Independiente	Cuantitativa	Número de árboles	Fichas de observación
Independiente	Cuantitativa	Número de habitantes	Revisión de bases de datos, referencias bibliográficas
Independiente	Cuantitativa	Estrato socioeconómico	Revisión de fuentes bibliográficas
Dependiente	Cualitativa	Percepción de los habitantes sobre los procesos de desarrollo urbano	Cuestionarios, entrevistas, mesas de trabajo
Dependiente	Cualitativa	Percepción de los habitantes sobre las plataformas de visualización de datos	Cuestionarios, entrevistas, mesas de trabajo

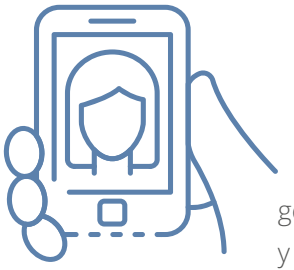
Fuente: elaboración propia.

Conclusiones

Proceso educativo

Se pueden plantear de forma fácil y ágil estrategias educativas para la enseñanza de urbanismo y desarrollo territorial que permitan la construcción de información sobre los territorios para su posterior uso y análisis. Durante los avances de la investigación realizada se ha evidenciado cómo los estudiantes son capaces de desarrollar, a partir de las fichas de observación, el proceso de toma de datos, y con la guía y acompañamiento de los docentes, reflejarlo en la plataforma Openstreetmap, en la que desde las distintas actividades de los espacios formativos se han complementado los sectores urbanos de Valledupar, contribuyendo así a verificar datos disponibles tomados del POT y comunicarlos en una plataforma que facilita su visualización a la ciudadanía en general.

Desde el programa de Arquitectura Valledupar de la Fundación Universitaria del Área Andina se continúa trabajando en el mejoramiento de los procesos de enseñanza-aprendizaje cada semestre, incluyendo nuevas consideraciones, plataformas de visualización de datos y metodologías.



Problemáticas y soluciones en materia de ordenamiento territorial sostenible

Para la implementación de las herramientas digitales para gestión del territorio se deben superar desafíos de tipo técnico y de tipo social. Los desafíos de tipo técnico son: interoperabilidad, infraestructura, adquisición de datos y actuación, calidad de los datos y difusión, planeación y predicción, visualización

y muestra de información. Los desafíos de tipo social incluyen la gestión de recursos y aspectos éticos, legales y sociales.

En cuanto a los desafíos técnicos en Valledupar, si bien se ha avanzado en la construcción de una plataforma de visualización de datos catastrales por medio del geovisor[2], todavía es necesario un sistema que articule la información de servicios, infraestructura y sociodemográfica. En cuanto a los desafíos sociales se necesita la inclusión y validación de la ciudadanía dentro de los procesos de planeación para garantizar que estos puedan efectivamente cumplir con los objetivos para solución de las problemáticas que se presentan en los territorios.

A partir de las mesas de trabajo con estudiantes, sector externo y revisión bibliográfica se determinó que en el territorio de Valledupar se clasificaron los actores en relación con su tipo de actuación, individual o colectiva en ciudadanía (personas naturales) y organizaciones e instituciones (personas jurídicas). La ciudadanía la componen todas las personas que habitan el territorio, tanto residentes, como población flotante que desarrollan actuaciones de manera individual y que pueden desarrollar actuaciones formales o informales, lo que tiene importantes implicaciones sobre planeación, ya que genera cambios constantes en las dinámicas de los centros poblados que, cuando no están previstas o articuladas a los procesos de desarrollo, agravan o producen nuevas problemáticas que afectan la calidad de vida de la población. Por otro lado, las organizaciones e instituciones, al ser personas jurídicas enmarcan sus actuaciones en las normativas y leyes aplicables, por lo que dependen de estas para adaptarse a las dinámicas de cambio que se presentan constantemente en los territorios.

Basado en lo anterior, es fundamental que se analice con mayor profundidad cómo son las dinámicas entre actores en los territorios en relación con el tipo de actuaciones que pueden desarrollar, para que, de esta forma, se puedan desarrollar mejores estrategias de articulación en la planeación del ordenamiento

2 Se puede acceder al geovisor en el enlace: Valledupar | Geovisor (idevup.gov.co) - https://idevup.gov.co/geovisor/index.html?usuario=ciudadano#

territorial. Es por ello que, desde el programa de Arquitectura Valledupar de la Fundación Universitaria del Área Andina, se complementará la investigación con distintos actores para ampliar la visión de las problemáticas que permita arrojar conclusiones sobre sus rutas de solución, involucrando a los distintos tipos de actores con el fin de que estas soluciones puedan llevarnos a la construcción de territorios inteligentes y sostenibles.

Referencias

Alexander, C., Ishikawa, S. y Silverstein, M. (1980). *Un lenguaje de patrones.* Gustavo Gili.

Arbouin Gómez, F. (2012). Derecho urbanístico y desarrollo territorial colombiano. Evolución desde la colonia hasta nuestros días. *Revista Vniversitas* (124), 17-42.

Bujari, A., Calvio, A., Foschini, L., Sabbioni, A. y Corradi, A. (2021). A Digital Twin Decision Support System for the Urban Facility Management Process. *Sensors, 21*(24), 8460.

Camelo Garzón, Á. N., Solarte-Pazos, L. y López, O. (2015). Evaluación y seguimiento de planes de ordenamiento territorial en los municipios de Colombia. *Sociedad y Economía*, (28), 163-180.

Congreso de la República de Colombia (1993, 22 de diciembre). Ley 9, por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.

Congreso de la República de Colombia (1997, 18 de julio). Ley 388. Por la cual se modifica la Ley 9 de 1989, y la Ley 2 de 1991 y se dictan otras disposiciones.

Congreso de la República de Colombia (1994, 15 de julio). Ley 152. Por la cual se establece la Ley Orgánica del Plan de Desarrollo.

Congreso de Colombia. (2023). Texto conciliado del Proyecto de Ley número 274 de 2023 Cámara - 338 de 202 senado "por el cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 "Colombia Potencia Mundial de la Vida".

Constitución Política de Colombia (1991). Gaceta Asamblea Constituyente de 1991 n.° 85. http://www.secretariasenado.gov.co/index.php/constitucion-politica

Dembski, F., Wössner, U., Letzgus, M., Ruddat, M. y Yamu, C. (2020). Urban Digital Twins for Smart Cities and Citizens: The Case Study of Herrenberg, Germany. *Sustainability, 12*(6), 2307.

De Sousa Santos, B. (2011). Introducción: las epistemologías del sur. Formas Otras. Saber, nombrar, narrar, hacer. Seminario llevado a cabo en IV Training seminario de jóvenes investigadores en Dinámicas Interculturales, Barcelona.

Fundación Universitaria del Área Andina, Vicerrectoría Académica. (2020). Documento Maestro para la obtención de Registro Calificado del Programa de Arquitectura.

García-Almirall, M. P., Redondo Domínguez, E., Valls Dalmau, F. y Corso Sarmiento, J. M. (2014). Experiencia docente en la enseñanza de Sistemas de Información Geográfica en Arquitectura. In Sistemas y tecnologías de información: actas de la 9.ª Conferencia Ibérica de Sistemas y Tecnologías de Información, Barcelona, España, 18-21 de junio del 2014 (pp. 407-412).

García González, J. A. (2022). De la topología a la geometría: implementación de mapas mentales a los Sistemas de Información Geográfica. *Cuadernos Geográficos, 61*(2), 88-107.

Huertas Gómez, E. (2000). *Aspectos metodológicos para una estrategia participativa en la formulación de planes de ordenamiento territorial*. Escuela de Hábitat.

IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi). (2016). Conceptualización y especificaciones para la operación del catastro multipropósito V.2.1.1. Lenguaje Común de Intercambio de Información Dirección de Gobierno Digital - Subdirección de Estándares y Arquitectura de TI.https://lenguaje.mintic.gov.co/sites/default/files/archivos/marco_de_interoperabilidad_para_gobierno_digital.pdf

Jiménez-Pacheco, P., Puente Garrido, D. E., Recalde, L. y Meza, J. (2019). Modelo de planificación urbana cognitiva para un prototipo de acceso a la vivienda y urbanismo colaborativos. En *XIII CTV 2019 Proceedings: XIII International Conference on Virtual Cityand Territory:"Challenges and paradigms of the contemporary city": UPC, Barcelona, October 2-4, 2019*. Centre de Politica de Sol i Valoracions, CPSV/Universitat Politècnica de Catalunya, UPC.

Lynch, K. (1998). *La imagen de la ciudad*. Gustavo Gili.

Ossa, J. A. G. y Estrada, G. A. U. (2011). Los sistemas de información geográfica y los planes de ordenamiento territorial en Colombia. *Perspectiva Geográfica*, 247-266.

Papyshev, G. y Yarime, M. (2021). Exploring City Digital Twins as Policy Tools: A Task-Based Approach to Generating Synthetic Data on Urban Mobility. *Data & Policy*, 3, e16.

Ramani, V., Ignatius, M., Lim, J., Biljecki, F. y Miller, C. (2023, November). A Dynamic Urban Digital Twin Integrating Longitudinal Thermal Imagery for Microclimate Studies. En *Proceedings of the 10th ACM International Conference on Systems for Energy-Efficient Buildings, Cities, and Transportation* (pp. 421-428).

Santos, B. D. S. (2006). *Renovar la teoría crítica y reinventar la emancipación social (encuentros en Buenos Aires)*. Clacso.

Scianna, A. (2013). Building 3D GIS Data Models Using Open Source Software. *Applied Geomatics 5*, 119-132. https://doi-org.proxy.bidig.areandina.edu.co/10.1007/s12518-013-0099-3

Shareef, A., Tomaš, B. y Vrček, N. (2023). Semantic Interoperability of Digital Twins in Smart Cities. En *Central European Conference on Information and Intelligent Systems* (pp. 481-487). Faculty of Organization and Informatics Varazdin.

Taylor, C. (2009). *El multiculturalismo y "la política del reconocimiento*". Fondo de cultura económica.

Uribe Lemarie, N. (2022). *Enseñar y aprender en el taller de proyectos de arquitectura: relaciones entre la experiencia y los saberes* [Tesis doctoral en Educación, Universidad de Antioquia].

Vilches Blázquez, L. M., Gargantilla, J. Á. R., Corcho, O. y i Subirana, J. C. (2008). Hacia una armonización semántica de la información geográfica. *Treballs de la Societat Catalana de Geografia*, 727-736.