

CAPÍTULO 2

HORIZONTE TEÓRICO

2.1 Antecedentes

La Agencia de Ecología Urbana de Barcelona es un consorcio público integrado por el Ayuntamiento de Barcelona, el Área Metropolitana de Barcelona y la Diputación de Barcelona, realiza proyectos desde un enfoque sistémico para reorientar la gestión de las ciudades a servicio de instituciones públicas, organizaciones y empresas de carácter nacional e internacional (BNCecologia, s.f.). Los informes que presenta la agencia evidencian indicadores y condicionantes que responden a dos aspectos: la descripción de la situación actual y posibles respuestas para situaciones futuras. Para ello, realizan un análisis cuantitativo acerca de la ocupación del suelo, el espacio público, la habitabilidad, la movilidad y servicios, la complejidad urbana, los espacios verdes y biodiversidad, el metabolismo urbano y la cohesión social; con el fin de participar en la planificación de nuevos desarrollos, como para analizar el grado de acomodación de los tejidos consolidados en relación al modelo de ciudad compacta y compleja más sostenible.

Muñoz Sotomayor realiza como maestrante un proyecto de investigación geomático denominado Cálculo de indicadores urbanos mediante sistemas de información geográfica. Caso de estudio: Loja, Ecuador (2013) de la Universidad de Salzburg. Propone analizar la morfología de la ciudad de Loja desde los sistemas de información geográfica donde calcula algunos indicadores del eje territorio y configuración de ciudad enmarcados en la Agenda Local 21 del Observatorio

Urbano Nacional y Mundial como lo son: densidad urbana, compacidad, complejidad (zonas verdes por habitante) y proximidad a zonas verdes. Se evidenció el uso de la fórmula de Shannon utilizada en las teorías de la información para obtener el grado de diversidad desde cada componente objeto de estudio.

Antonio Ugidos (2013), en su tesis doctoral llamada *Metodología basada en SIG para optimizar la urbanización y gestión de espacios verdes a partir de bases de datos geo-referenciadas* de la Universidad de León, propone una herramienta metodológica que permite clasificar y evaluar el patrimonio botánico y paisajístico de las ciudades y que se aplica, a modo experimental, al caso del componente arbóreo urbano de la ciudad de León. Usa como metodología la geo-referenciación del inventario vegetal, y la obtención de indicadores de gestión. Se analizan y exponen las distintas fases de construcción del inventario, obtención de indicadores y su actualización periódica, dentro de un uso razonable de los recursos.

Rita Monfort Salvador (2015), en su tesis doctoral realiza un trabajo de investigación denominado *Transformación hacia la sostenibilidad de barrios consolidados a través de su espacio público. Propuesta de indicadores urbanos sostenibles: la Civildad ciudadana como parte de ellos* (2015) de la Universidad Politécnica de Valencia. Esta investigación busca crear una herramienta a partir de los indicadores urbanos sostenibles en España, vista como una ayuda para los profesionales involucrados en la sostenibilidad urbana dentro de la Administración Española, con la idea de facilitar la inversión de la ciudad hacia la sostenibilidad y su evolución. Para ello considera una muestra de los modelos de trabajo con indicadores urbanos que funcionan en España realizando una propuesta de 39 indicadores divididos en 10 categorías y 4 áreas para trabajar en barrios consolidados en busca de hacerlos más sostenibles.

El equipo de trabajo 300.000 Km/s, junto con los miembros del Área Metropolitana AMB de Barcelona, proyectan una aplicación web denominada “Barcelona Dynamics” como una plataforma con 24 mapas virtuales que analizan indicadores urbanísticos de la ciudad de Barcelona clasificados en tres indicadores objeto de estudio: densidad, tiempo y diversidad. En el caso de la densidad, el área metropolitana se presenta como una concentración; en el tiempo, como una secuencia, y en diversidad, como una mezcla. Con el uso de este aplicativo se puede concluir que si bien el área metropolitana es generalmente densa, toma diferentes formas a través de los ejes cívicos, lo que depende de la relación entre la superficie del terreno y la superficie construida, graficados a través de diversos mapas, los cuales son útiles para la formulación de proyectos en el ayuntamiento de Barcelona.

El aplicativo de ArcGIS es una plataforma de información mundial con mapas, aplicaciones y plantillas listas que incluyen tus datos estadísticos actualizados. Se puede acceder a esta información desde el ordenador de escritorio, explorador,

tablet o smartphone , en cualquier momento y lugar y permite estar alimentado continuamente con indicadores de cada región objeto de estudio para la visualización de diversas formas gráficas usando mapeos o geometrizando los datos en las variaciones del tiempo y espacio.

En Colombia, el IGAC ofrece una plataforma web, denominada Sistema de información geográfica para el ordenamiento territorial nacional (SIGOT), que busca la conformación de un sistema de información geográfica para la planeación y el ordenamiento territorial, cuyo objetivo central es contribuir en la toma de decisiones y apoyar a las autoridades en el sistema de planeación con una herramienta tecnológica que permite observar diferencias geográficas y las dinámicas territoriales mediante la comparación temporal de una determinada variable, índice o indicador que soporte la gestión y evaluación de las políticas públicas.

El centro social y cultural (La Casa Encendida, 2017) de la Fundación Montemadrid, ofrece espacios de reflexión y debate, respecto a la cultura, solidaridad, medio ambiente y educación en España. Dentro de las actividades realizadas es el encuentro denominado Turistificación donde se exponen metodologías gráficas que geometrizan la transformación del paisaje urbano a partir del análisis de la realidad que viven las grandes ciudades en relación a las viviendas turísticas y cómo modifica el comportamiento de los habitantes, alterando el paisaje urbano e iniciando procesos de gentrificación a partir del turismo (La Casa Encendida, 2017).

Miguel Lacasta, en su tesis doctoral denominada *Geometría y complejidad: la irrupción de un paradigma entre 1969 y 1973*, hace un análisis histórico acerca de las teorías, investigaciones y procesos de descripciones de la realidad durante la década de los 60 y 70 en torno a la reflexión de la geometría, la complejidad y la arquitectura desde el comportamiento humano en la sociedad.

2.2 Marco contextual

Teniendo en cuenta la justificación del planteamiento del problema expresado por el autor respecto a la importancia del análisis de la información actualizada y geometrizada de los indicadores urbanos para la producción de proyectos, se aplica en estudiantes de las asignaturas de la línea académica Taller de Diseño del programa de pregrado de Arquitectura de la Universidad Francisco de Paula Santander.

Los estudiantes con quienes se desarrolla la presente investigación están matriculados específicamente en la asignatura Taller de Diseño V del quinto semestre denominado: Reflexiones y transformaciones urbanas del quinto semestre. Son 12 personas que llevan un proceso de formación en desarrollo de proyectos ar-

quitectónicos desde el primer semestre en la línea Taller de Diseño. En el grupo se encuentran 3 estudiantes que están cursando por segunda vez la asignatura, puesto que no cumplieron con los objetivos propuestos para el semestre anterior. Son estudiantes de un estrato socioeconómico entre 0 y 3, residentes en la ciudad de Cúcuta.

El contexto urbano donde se desarrolla la investigación se delimita a la ciudad de Cúcuta, con características de ciudad fronteriza con Venezuela, con una población de aproximadamente 650 mil habitantes y una superficie de 1.176 Km², según el censo del DANE en 2005. La investigación focaliza el objeto de estudio en los estudiantes de arquitectura al análisis de cuatro sectores consolidados de la ciudad, los cuales son: La Avenida Guaimaral, el Canal Bogotá, La transversal 17 y el Centro Comercial a Cielo Abierto.

El presente trabajo de investigación se concibe como aporte a los antecedentes cuantitativos de las bases de datos urbanos, sistemas de información territorial y referentes locales, para los trabajos de grado de los estudiantes de pregrado del programa de Arquitectura de la Facultad de Educación, Artes y Humanidades de la Universidad Francisco de Paula Santander.

2.3 Marco conceptual

La investigación consideró a los siguientes conceptos:

Dato: es un registro cuantitativo o cualitativo de la lectura del sector urbano en la ciudad. Es registrado a través de instrumentos de recolección de información tangible e intangible, en algunos escenarios donde es importante la identificación acertada, para luego ser sistematizado y analizado. En relación a la importancia de la mirada crítica en el estudio de espacios públicos Durán dice:

Se parte de la comprensión de nuestras urbes a partir [de] lo cotidiano, lo sutil, lo minúsculo y aquellas “otras” esas referencias empíricas que no serían dignas de presentarse en ningún libro de “historia oficial”. Por lo tanto, se trata de aprovechar creativamente la riqueza del dato urbano extraído de la vida sociocultural de los espacios públicos (2011, p. 138).

Indicador: es un valor que resulta de una operación matemática con la finalidad de medir una variable o fenómeno cuantitativo como objeto de estudio. Al respecto, Mariani, como Directora de la Red de Urbanismo en Latinoamérica – Nuestras Ciudades, en el año 2010 publicó la siguiente afirmación acerca de los indicadores:

Una definición general sería: un indicador es una variable o atributo relevante, determinado en función de medir los resultados de un objetivo a cumplir. Un dato estadístico, cuantificable o calificable, de la realidad que puede verificarse a través del tiempo y proyectar su tendencia futura. Es decir que para

un determinado fin o proyecto, que nos planteemos, formulamos una serie de objetivos, de cómo lograrlo, para llevar a la práctica los mismos, debemos cuantificarlos en metas y esas metas las supervisamos mediante indicadores (2011, párrs. 9-10).

Indicador urbano: hace referencia al cálculo matemático que realiza el investigador a partir de la lectura y comprensión de los sistemas de datos e información cuantitativa de la ciudad, el cual evidencia temporalidades o cambios en los registros permitiendo formular un valor que representa el comportamiento del fenómeno urbano, con el fin de comunicar numéricamente lo observado. El Observatorio de Medio Ambiente Urbano de la UN-Hábitat y el Ayuntamiento de Málaga, en su Guía de Aplicación: Sistema Integrado de Indicadores Urbanos, afirma lo siguiente:

Un indicador urbano es una unidad de información medida a través del tiempo que documenta los cambios de una condición específica en un contexto urbano. Un objetivo, meta o necesidad de información puede tener múltiples indicadores. Un buen indicador urbano debe cubrir los criterios siguientes: ser mensurable, preciso, relevante con respecto al objeto de medición y proporcionar información periódica para medir si se lograron o no los objetivos propuestos en este contexto urbano (UN-HABITAT/ROLAC, 2006, p. 9).

Es necesario reconocer los aportes de varios años en el trabajo de indicadores urbanos de la Agencia de Ecología Urbana de Barcelona. Por ello, se toma de referencia la siguiente definición construida por Rueda:

Los descriptores urbanos son parámetros o variables que reflejan cuantitativamente una determinada realidad urbana sea física, económica o social. Sus valores permiten “describir” la realidad en estudio, pudiéndolo hacer bajo ciertos criterios intencionales, por ejemplo: representación gráfica de las aceras de más de 2 metros de ancho. Estos parámetros son muy adecuados para establecer estándares urbanos que permiten luego dibujar un perfil de calidad urbana de una determinada ciudad. Descriptores de habitabilidad y calidad de vida pueden establecerse en el sentido antes señalado (Rueda, 1999, p. 11).

Geometrización: para la presente investigación el autor define geometrizar como la capacidad de representar gráficamente los hallazgos urbanos a partir de la información y de los datos recolectados en la ciudad. Supone los análisis de los cambios y temporalidades en las dinámicas urbanas expresados con formas geométricas, superponiendo las diferentes capas de información contextual. Al respecto Guallart sobre geometría afirma:

Cualquier suceso geográfico es medible a través de técnicas específicas, correspondientes a su categoría. Más allá de la tradicional geometría euclidiana, la geometría fractal permite dibujar elementos naturales, de carácter auto similar y multi-escalar, que se encuentran en cualquier emplazamiento.

La matemática estadística permite visualizar relaciones que en sí mismos son un material pre formativo que puede desencadenar en un proyecto (2009).

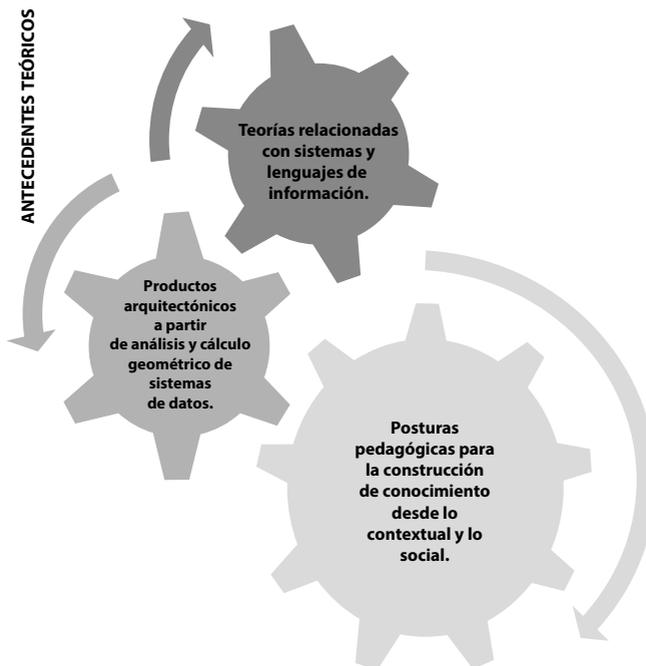
Proceso de diseño: Hace referencia a la experiencia de aprendizaje en donde el estudiante construye gradualmente la modelación de un proyecto de diseño urbano-arquitectónico.

Proyecto arquitectónico: Es el producto de diseño con fines urbanos y arquitectónicos, argumentado en un proceso contextualizado, para dar solución a una problemática detectada en un sector a intervenir de la ciudad, argumentada en una previa investigación de campo de las dinámicas y fenómenos urbanos existentes.

2.4 Marco teórico

La presente investigación deriva su fundamento teórico desde estos tres puntos de convergencia.

Figura 1. Antecedentes y bases teóricas



Fuente: elaboración propia.

2.4.1 Teorías relacionadas con sistemas y lenguajes de información

Teoría General de Sistemas (TGS) y el diseño: La Teoría General de Sistemas denominada con sus siglas TGS, es una teoría descubierta inicialmente por el alemán Ludwig von Bertalanffy en la década de 1940 con el fin de proporcionar un marco teórico y práctico a las ciencias naturales y sociales. Hace referencia a una lectura de realidad desde un enfoque sistémico donde es importante el estudio multidisciplinario para la comprensión de los fenómenos sociales y encontrar su relación con un comportamiento matemático. Frasser define esta teoría así:

Es un esfuerzo de estudio interdisciplinario que trata de encontrar las propiedades comunes de los sistemas, presentes en todos los niveles de la realidad. Los objetivos originales de la TGS son impulsar el desarrollo de una terminología general que permita describir las características, funciones y comportamientos sistémicos, desarrollar un conjunto de leyes aplicables a todos estos comportamientos y promover una formalización matemática de estas leyes (2006, p. 30).

El desarrollo de esta teoría fue determinante para la evolución del diseño y el arte, de manera especial en su aporte a la investigación desde la geometría y su relación con los métodos de diseño. La TGS, las geometrías del Caos y los Fractales, se relacionan con el diseño si se entiende este como un sistema, un conjunto de elementos interrelacionados, donde al modificarse alguno de ellos, el conjunto también cambia. En este orden de ideas, Castaldo afirma lo siguiente:

La aparición de las Teorías General de Sistemas, del Caos y los Fractales, ha supuesto un cambio de paradigma en ciencia extrapolado ya a múltiples ámbitos del conocimiento. La teoría del diseño comparte objetivos con dichas teorías, y aunque se han dado ya importantes pasos de acercamiento, la visión newtoniana del mundo persiste en el ámbito teórico y de investigación gráfica. Adoptar el nuevo paradigma puede aportar al diseño gráfico y al arte un nuevo marco teórico y metodológico para el análisis y creación, que permita entender situaciones poco explicables desde la perspectiva de la teoría del diseño moderno, como el comportamiento caótico de algunos elementos, además de nuevas pautas metodológicas para el análisis y la creación (2012, p. 281).

En un ámbito académico, en 1978, el diseñador y pedagogo Gui Bonsiepe introduce al currículo del diseño la Teoría General de Sistemas, donde se reconoce la imagen del mundo como sistema, hace una lectura de la realidad interrelacionadas y no como objetos aislados. Es decir, concebir en la lectura de las ciudades la complejidad de su realidad en su totalidad, como parte del proceso de diseño, incentivando la sistematización de la información contextual como la aproximación y representación de la realidad, buscando automatizar los datos con acceso

inmediato a los investigadores que generen confianza por su veracidad y actualización con medios comunicacionales apropiados.

La Teoría Lacaniana: La información como un lenguaje desde lo psicológico: La teoría Lacaniana, abordada por el psicoanalista francés Jacques Lacan desde los conceptos de Freud, incorpora nociones lingüísticas, filosóficas y topológicas, al afirmar que el inconsciente está estructurado como un lenguaje, donde presiden la metáfora y la metonimia. Es decir, que el inconsciente no puede representar objetos reales en el lenguaje de modo absoluto, lo inconsciente remite a lo no-dicho por el lenguaje. En este sentido, se interpreta que la construcción de la memoria de una ciudad parte de la lectura individual de cada uno de sus habitantes y del investigador, con códigos que alimentan un lenguaje, cuyos registros no deben quedar en imaginarios sino que se debe buscar la sistematización, para que no queden albergados en recuerdos. Al respecto Parker, en su artículo, publica lo siguiente:

La vertiente psicoanalítica moderna estuvo centrada en los recuerdos de la infancia, en el lenguaje entendido como expresión de estados mentales internos, y en la importancia del principio de realidad. Por el contrario, en los escritos de Jacques Lacan (1973, 1977) y también en los de Slavoj Žižek (1989, 1991), la atención se ha desplazado a la memoria concebida como una reconstrucción incierta del pasado, al lenguaje y el inconsciente en tanto fenómenos estructurados por el orden simbólico, e incluso a la misma realidad entendida como una construcción (2006, p. 88).

En este sentido, la ciudad como plataforma para el trabajo del investigador es fuente de símbolos y códigos tangibles e intangibles, cuya mirada genera concepciones objetivas o subjetivas a la hora de recolectar información como materia prima para el análisis y la comprensión de los fenómenos urbanos. Por ello, Borgoglio plantea el siguiente interrogante: ¿El territorio de la ciudad estructurado cómo un lenguaje? (sic) respondiendo lo siguiente:

Los íconos y los códigos de colores, estudiados a partir de sistemas, nos permitían leer, los territorios de las ciudades, y al analizar, también nos permitían inferir que podría estar sucediendo con los vecinos, los técnicos, los políticos. Así, estudiadas, analizadas por sectores, las ciudades, se expresan en discursos estancos, estudiadas como itinerarios continuos, lo hacen en un discurso, también continuo. El inconsciente de los sujetos vecinos, técnicos y políticos (casi siempre vecinos también) actúa en la ciudad, individualmente o como comunidad, exteriorizan algunos de sus síntomas en el diseño y construcción del territorio de la ciudad (2009, p. 2).

Para este autor los diseñadores de ciudades interpretan la información que aportan las mismas con un lenguaje propio y lo relaciona con conceptos del psicoanálisis en los proyectistas así:

Los arquitectos y los urbanistas se refieren al “lenguaje” de la ciudad y lo hacen para hablar de cierta coherencia en el diseño, desde su punto de vista. Muchos al proyectar, se proyectan..., o sea proyectan parte de sus deseos, miedos, necesidades, resistencias, barreras,... Mas, como lo que diseñan / proyectan, al ser construido, pasa a ser un objeto compartido es ahí donde comienzan a producirse los posibles conflictos (Borgoglio, 2009, p. 3).

La Teoría de Grafos. Una lectura matemática de la realidad observada: La Teoría de Grafos, también identificada como la Teoría de gráficas, es una rama de las matemáticas y las ciencias de la computación que estudia los grafos concebidos como un conjunto de objetos, llamados vértices o nodos, unidos por enlaces o aristas, que permiten representar relaciones entre elementos de un conjunto. Esta teoría tiene fundamentos en la matemática aplicada y de manera precisa para esta investigación en las relaciones geométricas y topológicas de los nodos que existen en la conectividad de cualquier ciudad, elementos importantes en la lectura de los códigos y variables urbanas representados por el análisis de un arquitecto o urbanista. Al respecto, Santos y Rivas afirman lo siguiente:

La explicación espacial del concepto de conectividad adquiere un significado matemático. En Matemática Discreta el concepto de conectividad está ligado a la Teoría de Grafos y se refiere al hecho de que estén conectados dos puntos de una red; en su terminología, recorrido por una sucesión de vértices o nodos y aristas o arcos para conectar dos vértices de un grafo. Se dice, así, que un grafo es conexo si para cualquier par de vértices, existe al menos una trayectoria o camino simple (sin aristas repetidas) que lleve de uno a otro. Cuando se trata de un grafo orientable o dígrafo (recordemos que cada vez son más frecuentes las vías de un solo sentido), se dice que está fuertemente conexo si cada vértice es asequible a partir de cualquier otro vértice. A la vez, y desde la perspectiva de la Topología aplicada, conviene distinguir entre la conectividad o eficacia de la red (*integral access*) y la accesibilidad topológica o centralidad de nodos concretos de la red (*relative access*). Así, el espacio topológico distingue los conceptos de accesibilidad y de conectividad, aunque el problema de no considerar las características de los orígenes y destinos -su capacidad de atracción- conduce al planteamiento de los modelos gravitacionales y su relación con los usos del suelo (2008, pp. 18-19).

La teoría de Grafos como aplicación de la Topología es importante en el análisis y comprensión de las ciudades, ya que permite comprender las relaciones existentes entre nodos urbanos, presentes en el diseño de sistemas de movilidad y transportes masivos que requieren métricas más allá de las tradicionales, y son componente fundamental en el diseño de nuevos urbanismos.

La Big Data. Un sistema de información global para el control de los datos: *Big Data* en español traduce datos masivos haciendo referencia a un conjunto de datos tan grandes que ameritan procedimientos informáticos y tecnológicos para su

control y procesamiento. Por su cantidad y constante crecimiento global presenta dificultades de almacenamiento y recolección en la actual sociedad que demanda análisis y visualización de contenidos al instante, ocasionándole transformaciones; son fuente de información actualizada para la ciencia y los investigadores. En estos términos Martínez y Lara escriben un artículo donde afirman lo siguiente:

En la sociedad de la información, donde el volumen de datos crece de forma exponencial, la eclosión del *big data* ha impactado en ámbitos diversos. La popularidad del término ha desdibujado las fronteras de un concepto que no sólo incide en la dimensión sino también en el valor de los datos recopilados y procesados. Los *social media*, caracterizados por su rápida expansión y por la variedad de interacciones y de contenidos que en ellos circulan, se han incorporado al estudio del *big data* al convertirse en fuente de datos útiles para investigadores, entidades y empresas (2014, p. 575).

Los datos se pueden clasificar en estructurados, aquellos de fácil y tradicional acceso a las fuentes de información y no estructurados, los que requieren mayor tecnología para su medición; como el caso del levantamiento de datos de una ciudad a través de dispositivos electrónicos o sensores que capturan información precisa del fenómeno urbano estudiado. En este sentido, Tascónafirma que los datos estructurados provienen de fuentes de información conocidas y de medición fácil, los no estructurados provienen de la Web, de los teléfonos móviles y vídeos, redes sociales, sensores de las ciudades y edificios (2013, p. 48).

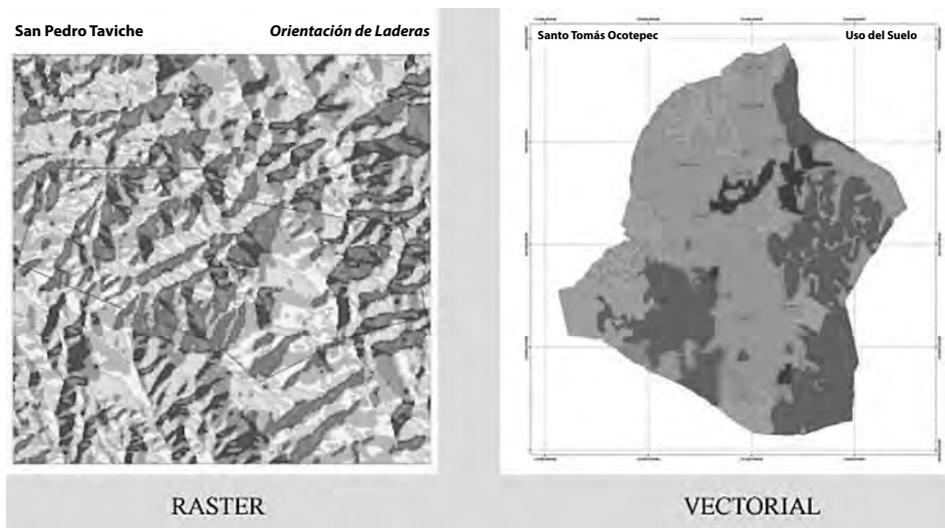
Esta creciente tendencia de los datos exige la generación de profesionales altamente capacitados en temas de tecnologías informáticas con habilidades matemáticas y estadísticas para el manejo de los mismos, en busca de generar análisis y comprensión para servicio de la investigación y de la sociedad. Al respecto, Tascónafirma:

Este nuevo mundo está creando nuevos perfiles profesionales siendo el conocido como científico de datos el más citado. Los científicos de datos son profesionales con habilidades en matemáticas, estadística e ingeniería informática, que son capaces de extraer el máximo valor de los datos de la organización, cerrando la brecha entre las necesidades del negocio o la Administración y las Tecnologías de la Información (2013, p. 48).

El software SIG (Sistema de Información Geográfica) y la automatización de la realidad: Un sistema de información geográfica representado por la siglas SIG o *Geographic Information System* (GIS) se define como un conjunto de herramientas informáticas que organiza las geografía a través de mapas cuyo objetivo es capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar la información geográfica para resolver problemas de planificación y de gestión de las naciones.

En Centroamérica existe el Laboratorio de Sistema de Información Geográfica y Percepción Remota (LABSIG Y PR) ubicado en la Unidad Pacífico Sur del Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social (CIESAS) de México. Las modernas tecnologías SIG trabajan con información digital, para la cual existen varios métodos utilizados en la creación de datos digitales. El método más utilizado es la digitalización, donde, a partir de un mapa impreso o con información tomada en campo, se transfiere la información a un medio digital por el empleo de un programa de Diseño Asistido por Ordenador (DAO o CAD) con capacidades de georreferenciación. Existen dos formas de almacenar los datos en un SIG: vectorial y raster. El formato vectorial es el más popular. Pero los SIG raster se utilizan en estudios que requieren de capas continuas, necesarias en fenómenos medioambientales donde son necesaria precisines espaciales tales como la contaminación atmosférica, la distribución de temperaturas, la localización de especies marinas, análisis geológicos, entre otros.

Imagen 1. SIG raster y vectorial



Fuente: <https://langleruben.files.wordpress.com/2010/06/rastervectorial.jpg?w=768&h=427>

En la actualidad existe gran cantidad de software SIG pero entre los más utilizados actualmente están el ArcGIS, QGIS, SIG GRASS, SuperGIS, SAGA GIS o el OpenJUMP. En este horizonte, las Naciones Unidas, a través de su comisión CEPAL, han desarrollado diversos sistemas de información relacionados con el desarrollo económico y social de la región latinoamericana y del Caribe. Entre ellos están CEPALSTAT, REDATAM, TRADECAN, PADI, MAGIC PLUS y el SIGCI.

2.4.2 Productos arquitectónicos a partir de análisis y cálculo geométrico de sistemas de datos

El control de la geometría en la arquitectura por el arquitecto Carlos Ferrater: El arquitecto español Carlos Ferrater propone diversos proyectos arquitectónicos desarrollados resaltando la importancia del papel de la geometría como modo de expresión proyectual para la aproximación al paisaje y a la estructura urbana. Afirma que durante el proceso de diseño escoge como único elemento primordial a la naturaleza, vinculada al contexto de la geometría. El mismo Ferrater, para el artículo de Ángeles García, dice: “Las formas geométricas me han servido siempre como el mejor puente para cruzar a la esencia del paisaje” (2009, párr. 3). Para interpretar sus proyectos realiza diversos volúmenes, experimenta con cajas, trenzados, o mallas. Las formas geométricas le sirven para extraer lo mejor del paisaje estudiado, que es un punto permanente de referencia para sus investigaciones. En la actualidad, este paisaje tiene multiplicidad de lecturas y formas de representación: urbano, degradado o virgen,; con complejidades en las nuevas ciudades que permite establecer lugares de experimentación proyectual para la arquitectura y el urbanismo. Ferrater en *La Geometría fractal en Arquitectura* expresa al respecto:

Rechazar las intervenciones de los arquitectos que recurren a la geometría fractal y a las matemáticas no lineales, es perderse en una dimensión crítica sin hacer aportes. Sus diseños son importantes precisamente porque se sitúan en la polémica zona fronteriza entre arquitectura y ciencia. Si, tal como sugiere Husserl, el nacimiento de un nuevo sistema geométrico presagia un cambio en la relación entre arquitectura y ciencia, entonces estamos a las puertas de ese cambio (2002, p. 72).

Las lógicas de la geografía en Arquitectura por Vicente Guallart: El arquitecto español Vicente Guallart realiza investigaciones urbanas y arquitectónicas sobre modelos de sistemas de información territorial, recopiladas en un estudio denominado “Geologics: geografía, información, arquitectura”. Allí se muestra a favor del desarrollo de proyectos de arquitectura donde interactúa la naturaleza, la tecnología y la arquitectura, contextualizados desde las condiciones urbanas, sociales y culturales de la actual sociedad de información, para aportar a los procesos de diseño con la implantación de estructuras habitables siguiendo un orden natural.

Su trabajo es transversal con otras profesiones tales como geología, sociología, ingeniería, fabricación, economía, y diseño de software. Guallart afirma: nuestro ámbito de actuación abarca múltiples escalas, desde el proyecto territorial, la creación y reforma de ciudades, el proyecto de barrios, paisajes, edificios o viviendas, los objetos que la habitan y las relaciones informacionales entre ellos (2009, p. 2).

2.4.3 Posturas pedagógicas para la construcción de conocimiento desde lo contextual y social

La socioepistemología matemática: La palabra socioepistemología etimológicamente viene del latín *socialis* y el griego *ἐπιστήμη*, *episteme*, “conocimiento” o “saber”, y *λόγος*, *logos*, razonamiento o discurso. Es una rama de la epistemología que estudia desde las prácticas la construcción social del conocimiento, buscando respuestas a los problemas del entorno desde el análisis del contexto real de los actores de investigación y focalizando la atención en mecanismos de institucionalización, siempre y cuando estén definidos en un currículo, considerándolo como una organización social del conocimiento.

En este sentido, esta corriente de pensamiento tiene su génesis en las investigaciones con implicaciones en matemática educativa del investigador mexicano Ricardo Cantoral, quien cimienta los principios de esta teoría para la formación social de las ciencias. Cantoral, Reyes y Montiel afirman lo siguiente respecto a la concepción de la socioepistemología matemática:

(...) se recurre al estudio minucioso de los contextos sociales y culturales vigentes en esos momentos históricos en que se constituyó un saber matemático (*historizar*), también se exploran otras formas de acercamiento a los fenómenos de construcción del conocimiento (*dialectizar*), delineando así una gama de diversidades y posibilidades que la aproximación socioepistemológica provee al campo de la Matemática Educativa. Esto con el fin de abordar todo tipo de investigación que lleve implícita la construcción de saber matemático en contextos escolares o fuera de ellos, en épocas diversas, pasadas o contemporáneas y en escenarios culturales diferenciados (2014, pp. 94-95).

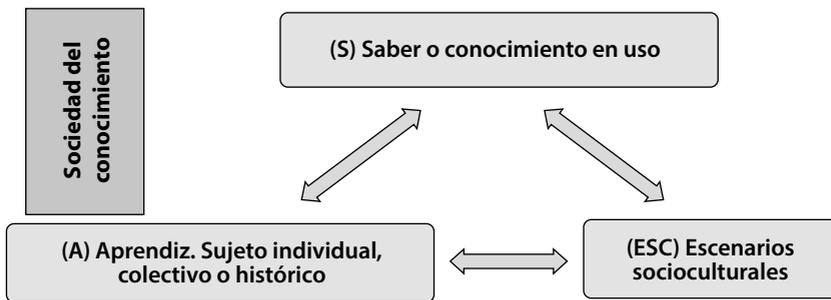
La socioepistemología fundamenta teóricamente desde un matiz pedagógico la presente investigación pues coinciden en su metodología de carácter sistémico, puesto que se focalizan en fenómenos de producción y de difusión del conocimiento desde una vista múltiple, al estudiar la interacción entre epistemología, dimensión sociocultural, procesos cognitivos asociados con desarrollo de competencias específicas y mecanismos de institucionalización vía la enseñanza. A su vez, considera a las prácticas sociales como la base del conocimiento, donde se da importancia a toda forma de saber, ya sea de fuente popular, técnica o culta, constituyendo así la sabiduría humana como sustento y la orientación para llevar a cabo una construcción social del conocimiento matemático.

La socioepistemología tiene cuatro principios fundamentales interrelacionados: el principio de la racionalidad contextualizada, el principio del relativismo epistemológico, el principio de la resignificación progresiva y el principio normativo de la práctica social (Cantoral et al., 2011, p.98).

En este sentido, la práctica social se convierte en un escenario de aprendizaje para los estudiantes, por ello se presenta como un panorama didáctico para la enseñanza donde el contexto ofrece situaciones que modifican al individuo en colectividad, con la participación de sus pares, compañeros de estudios o demás actores urbanos que fomentan un aprendizaje por adquisición, facilitando entre ellos la comunicación de conceptos y procedimientos matemáticos desde consensos que validan un discurso matemático.

Para Cantoral, Reyes y Montiel los actores que intervienen en el proceso didáctico de enseñanza- aprendizaje se resumen en el siguiente triángulo.

Figura 2. El triángulo didáctico de la socioepistemología



Fuente: (Cantoral, Reyes, & Montiel, 2014).

Otros autores respaldan los postulados de Cantoral, Reyes y Montiel y dan continuidad con sus investigaciones, entre ellos se encuentra su compañera Rosa María Farfán Márquez, quien confirma las bases teóricas de la socioepistemología relacionadas con la enseñanza y didáctica de las matemáticas y los conflictos con el discurso matemático escolar, usando como ejemplo las dificultades en educación superior que presenta el estudio del cálculo, su impacto como una matemática aplicada a la ciencia y las causas de la reprobación y rechazo en los educandos. Para ello Farfán propone una reconstrucción del discurso matemático escolar con la inserción de los siguientes aspectos:

Con ello incorporamos en el discurso elementos tales como la visualización, la predicción, el reconocimiento de patrones, el recurso de la analogía (procedimiento que ha dado innumerables resultados originales), los diversos modos de validación, la inducción, y todo aquello que permitió, en el pasado, construir y transmitir conocimiento, y que hoy está ausente de la didáctica. Hacemos hincapié en que no pretendemos enseñar matemáticas como en siglos anteriores, nuestro contexto es totalmente distinto, y por ende las nuevas estrategias educativas planteadas. Reconocemos en el hecho histórico aquellos puntos neurálgicos que nos permiten conducir nuestra labor educativa y adaptamos ésta al momento histórico presente (2016, p. 264).

Dentro de los estudios realizados con enfoque socioepistemológico en la matemática educativa se plantean el desarrollo de habilidades matemáticas en los estudiantes usando la representación gráfica desde la práctica social y la argumentación matemática, que involucran procesos como medir, predecir, modelar y convenir; acordes a los fines metodológicos de esta investigación.

El autor plantea en esta investigación una propuesta pedagógica que toma la representación gráfica de los datos urbanos como fuente de información primaria para el cálculo y análisis de los fenómenos urbanos en la ciudad que son objeto de estudio en estudiantes de arquitectura. Por ello, tomando de base el uso de la graficación como práctica social en el caso específico de las funciones en el cálculo para la construcción de un discurso matemático escolar, desde un enfoque socioepistemológico, Cordero y Flores afirman:

(...) Consideramos a las gráficas de las funciones como argumentaciones del *Calculus*, las cuales serían el resultado de ciertas prácticas sociales que han generado el conocimiento del *Calculus*. Con ello, (...) quisimos ver las comprensiones de las gráficas según las prácticas y las instituciones que entran en juego. Por eso los tres momentos y las categorías de uso de las gráficas conllevan la articulación de las categorías (...) resignificación y justificación funcional. Lo que destaca las características de las tareas donde la graficación pueda llevar a cabo múltiples realizaciones y hacer ajustes en su estructura para producir un patrón o generalización deseable, crearle un medio que soporta el desarrollo del razonamiento y de la argumentación, entendiéndola como prácticas gráficas, retóricas y argumentativas, en diversas situaciones donde son resignificadas al debatir entre el funcionamiento y la forma de la graficación misma (2007, p. 35-36).

En este horizonte, la argumentación como competencia desarrollada en la práctica social de contexto en los estudiantes supone la participación colectiva de acuerdos conceptuales y académicos para la construcción de conocimiento. Desde la óptica de la socioepistemología se confirman las argumentaciones matemáticas como una construcción sociocultural dentro de la matemática que responde a la práctica social de la demostración, como mecanismo para validar los resultados del conocimiento matemático adquirido por una sociedad. Así, Crespo en su tesis doctoral concluye:

Sabemos que es en el ejercicio de prácticas sociales donde los actores construyen sus conocimientos como herramienta para su intervención. Esa herramienta es el lenguaje lógico. En las actividades humanas de investigar y enseñar matemática, en la práctica social de demostrar, es la argumentación, la que se construye en el escenario sociocultural y que se manifiesta en la práctica social de la demostración. Es la argumentación matemática, la que se refleja en la práctica social de la demostración y se pone en acción en ella. Por

ello esta investigación se encara indagando acerca de la construcción socio-cultural de la argumentación matemática (2007, p. 282).

2.5 La enseñanza de la arquitectura en Colombia

Diversos arquitectos educadores confirman la importancia del ahondar en temas de educación en arquitectura en Colombia, entre ellos, el arquitecto docente e investigador Jairo Coronado, quien, en su publicación: “Reflexiones sobre la pedagogía y la didáctica en la enseñanza y la formación profesional en arquitectura”, plantea preguntas como: ¿quién enseña arquitectura?, ¿qué se enseña en arquitectura?, ¿cómo se enseña la arquitectura?, ¿cómo se forma un arquitecto?, generando cuestionamientos y el debate acerca de la importancia de investigar sobre temas de enseñabilidad y aprendizaje para el proceso pedagógico de la arquitectura.

Al unísono, el arquitecto Alberto Saldarriaga, establece la diferencia entre formar profesionales de la arquitectura o formar arquitectos. Para él, la formación del profesional de la arquitectura se lleva a cabo con un currículo bien administrado en las universidades, en contraste a la formación de arquitectos, puesto que esta requiere afición de quien recibe, y encanto de quien entrega, va más allá del plan académico, estimulando la sensibilidad y a la comprensión en el individuo.

En este sentido, se plantea un escenario de investigación respecto a las implicaciones de enseñar arquitectura y un análisis de las prácticas pedagógicas concernientes y del estudio de la didáctica como herramienta activa de enseñanza en la formación de arquitectos. De esta manera, Saldarriaga opina:

Los estudiantes participan directa y activamente en ese proceso; la empatía y la sinergia del estudiante hacia su maestro y viceversa es imprescindible; si eso no existe, no hay aprendizaje, ni hay práctica, ni estilo pedagógico, ni hay maestro, y por supuesto la formación del aprendiz se ve completamente fracturada (2012, p. 15).

En un entorno académico son importantes los procesos creativos y conceptuales que lleven al docente y al estudiante a crear su propia arquitectura. Donde existan valores personales en la formación del futuro arquitecto de amar, proyectar, gozar, recorrer, planificar, preservar el entorno natural y construido como contexto de aprendizaje. Así, las facultades de arquitectura en Colombia además de responder a normas propias de la disciplina, debe incluir en sus currículos competencias adicionales que justifiquen la afición de quien recibe, y encanto de quien entrega, según las palabras de Saldarriaga anteriormente citado.

2.6 Competencias y habilidades en estudiantes de arquitectura

La enseñanza de la arquitectura es punto de atención y de análisis en la medida que las prácticas pedagógicas suponen un cúmulo de experiencias significativas entre docentes y estudiantes de diversos contextos, donde es importante resaltar la labor del arquitecto docente que, además de su perfil profesional como proyectista, se complementa en formación pedagógica para la construcción de fundamentos metodológicos del aula en busca de desarrollar competencias específicas en sus estudiantes más allá de las generales en los currículos de programas de arquitectura de las universidades.

Por lo anterior, a nivel internacional existen organismos interesados en investigar acerca de las competencias profesionales que deben adquirir las personas para la realidad cambiante de la actual sociedad, asediada por el avance tecnológico, proyectándose hacia un futuro próximo. Estos organismos invitan a las instituciones educativas a reflexionar sobre estas necesidades, pero de manera especial las de orden superior como las universidades. Bajo esta necesidad, se presenta el Observatorio de Innovación Educativa y el Tecnológico de la ciudad de Monterrey, quienes publican apuestas científicas hacia estos temas de investigación.

Dentro de las publicaciones de este observatorio se encuentra Fuerte, quien aporta aseveraciones para hacer frente a la amenaza de la automatización y la brecha de habilidades, se fundamenta en Pearson, en colaboración con Nesta y la Escuela Oxford Martin, publicando el reporte “The Future of Skills: Employment in 2030”, donde identifica las habilidades, competencias y conocimientos que los profesionistas necesitarán para permanecer relevantes en un futuro no muy lejano.

Más allá del miedo a la automatización global y la gran cantidad de información, se propone un camino identificando las habilidades, competencias y conocimientos que los profesionistas en distintas ramas necesitarán para permanecer relevantes en un futuro no muy lejano, donde prevalece la condición humana y los valores interpersonales que ello conlleva. Al respecto, Fuerte afirma:

La educación para el futuro se concentrará en desarrollar las habilidades y competencias Gombonetamente humanas para las cuales, al menos por ahora, las máquinas no ofrecen una alternativa viable, tales como la empatía, el trato personal y las relaciones de grupo. Al mismo tiempo, habrá un mayor énfasis en estrategias pedagógicas dinámicas; la capacitación y reentrenamiento constantes serán la norma, y el diploma de licenciatura o ingeniería dejará de ser la principal evidencia de empleabilidad en la medida en que los profesionistas se adaptan a trabajar en un entorno tecnológico cambiante y en constante evolución (2017, párr. 4).

Los resultados de estos estudios no solo son para países desarrollados, pues dirigen una fuerte mirada a regiones latinoamericanas. Para ello, evidencia que las habilidades, competencias y conocimientos más necesarios para Estados Unidos y Reino Unido pueden ser indicativos de lo que está por venir en temas de empleabilidad en el mundo entero y se resume en la siguiente clasificación de diez habilidades, competencias y áreas de conocimiento para las profesiones emergentes, llamadas habilidades del siglo XXI.

Tabla 1. Competencias y habilidades emergentes

Ranking	Reino Unido	Estados Unidos
1.	Fluidez de ideas	Estrategias de aprendizaje
2.	Criterio y toma de decisiones	Psicología
3.	Originalidad	Instrucción
4.	Aprendizaje activo	Perspicacia social
5.	Evaluación de sistemas	Sociología y antropología
6.	Estrategias de aprendizaje	Educación y entrenamiento
7.	Resolución de problemas complejos	Coordinación
8.	Pensamientos críticos	Originalidad
9.	Análisis de sistemas	Fluidez de ideas
10.	Razonamiento deductivo	Aprendizaje activo

Fuente: (Fuerte, 2017).

Otros autores en este mismo Observatorio plantean cómo serían las universidades en el 2040, y se reconocen los actuales avances tecnológicos y plataformas de aprendizaje adaptativo e inteligencia artificial. También proponen un modelo educativo que, adicional a las competencias laborales anteriormente descritas, fomenta el desarrollo de habilidades cognitivas, interpersonales e intrapersonales en los estudiantes, con iniciativas que tengan en cuenta el ser humano como un individuo que hace parte de una sociedad; por lo que resulta fundamental la educación integral de la persona. Al respecto, Guijosa afirma los siguientes aspectos a desarrollar en los profesionales para el futuro, incluyendo una apuesta a las dimensiones humanas y de convivencia en las personas:

- » Desarrollo de nuevos programas educativos que inculquen habilidades cognitivas (como la resolución de problemas o la creatividad), habilidades interpersonales (tales como comunicación y liderazgo) y habilidades intrapersonales (ejemplo, adaptabilidad y disciplina).
- » Generar aprendizaje vivencial en contextos relevantes.
- » Desarrollar habilidades de pensamiento crítico y colaboración en entornos multiculturales.

- » Lograr que los egresados de universidad tengan una formación orientada a la investigación, similar a la de postgrado (2018, párr.3).

En Colombia, las competencias genéricas están definidas por el Ministerio de Educación Nacional para todos los profesionales del contexto colombiano. Al respecto, Saldarriaga afirma que las Facultades de Arquitectura deben formar, consolidar y evidenciar en sus graduados las competencias específicas del arquitecto, las cuales están relacionadas e interpretadas por el autor en:

- **Competencia 1:** Capacidad de proyectar creativa e integralmente espacios habitables arquitectónicos y urbanos con el fin de dar respuesta a los requisitos de la sociedad, valorando los contextos ambiental y cultural en una perspectiva estética y técnica (2012, p. 23).

Esta competencia hace referencia a cuán importante es para el estudiante hacer reconocimiento y lectura de la información real del contexto en donde piensa proponer un proyecto que dará solución a un problema detectado para la construcción de espacios habitables.

- **Competencia 2:** Capacidad de definir e interpretar los aspectos técnicos necesarios para la construcción de obras de arquitectura y urbanismo en una perspectiva ética, ambiental y cultural (2012, p. 23).

En esta competencia los estudiantes de arquitectura deben analizar, proponer y argumentar técnicamente los procesos constructivos y estructurales de los proyectos, de acuerdo al contexto y de manera coherente con su realidad y con el medio donde se implantan.

- **Competencia 3:** Capacidad de reconocer y valorar el patrimonio ambiental, urbano y arquitectónico para preservarlo, consolidarlo y protegerlo, resignificando su importancia social y cultural (2012, p. 23).

Se refiere a la capacidad de identificar los aspectos significativos del patrimonio en todas sus dimensiones como un valor histórico y social en los habitantes para quienes desarrollan su proyecto arquitectónico.

- **Competencia 4:** Capacidad de representar ideas y proyectos arquitectónicos y urbanísticos para su comprensión y comunicación mediante la utilización de códigos, medios discursivos y gráficos y modelos propios de la disciplina (2012, p. 23).

Es la capacidad del estudiante de comunicar sus ideas a través de diversas herramientas de representación gráfica y con un lenguaje óptimo para socializar con sus pares las propuestas.

- **Competencia 5:** Capacidad de indagar, comprender y relacionar información contextual que fundamente la investigación proyectual con el fin de sustentar las decisiones arquitectónicas y urbanísticas (2012, p. 23).

Hace referencia a la capacidad cognitiva de analizar la información del contexto del proyecto para justificar y argumentar técnicamente sus ideas. Esta competencia es de desarrollo fundamental en la presente investigación ya que da la génesis del objetivo del autor y cimienta la estrategia pedagógica planteada como metodología de diseño de proyectos arquitectónicos.

- **Competencia 6:** Capacidad de comprender los procesos relacionados con la gestión y la ejecución de proyectos de arquitectura y urbanismo para su aplicación en el desempeño profesional dentro del marco de las normas legales vigentes (2012, p. 24).

Esta competencia hace referencia a la manera como los estudiantes tienen habilidades de participación activa en la gestión de proyectos desde una base legal que argumente sus planteamientos urbanos.

- **Competencia 7:** Capacidad crítica y autocrítica frente al quehacer del arquitecto para comprender sus implicaciones éticas y actuar en el marco de la responsabilidad social y de las normas que orientan la disciplina (2012, p. 24).

Hace referencia a los procesos mentales necesarios para generar conciencia de la función cultural, histórica y patrimonial de la arquitectura en el marco de un compromiso ético con la sociedad.

Las competencias del arquitecto colombiano según el ICFES: La prueba de Estado desarrollada por el instituto ICFES, denominada Saber Pro, define en su Guía de orientación: Competencias específicas para el módulo de Proyecto de Arquitectura los siguientes aspectos

El proyecto arquitectónico se toma desde una perspectiva sintética, permitiendo la valoración, relación y aplicación de los diferentes componentes que legitiman el planteamiento de una propuesta arquitectónica y urbana. En él se evalúan las soluciones arquitectónicas propuestas ante una situación, tras el análisis y la interpretación crítica de las características dadas del contexto.

La competencia evaluada se define como la capacidad para proyectar creativa e integralmente espacios habitables arquitectónicos y urbanísticos, para dar respuesta a los requerimientos de la sociedad, valorando el contexto ambiental y cultural desde una perspectiva estética y técnica.

Esta competencia se refiere a los procesos conceptuales necesarios para proyectar o diseñar proyectos relacionados con la transformación, organización y construcción

de los espacios habitables (en distintas escalas y en diferentes contextos) a partir del planteamiento de un problema de arquitectura, tras la interpretación de las diferentes variables y condicionantes –del entorno, el emplazamiento, la normativa, las posibilidades técnicas y tecnológicas– de los aspectos económicos y las particularidades del cliente.

Involucra los procesos que conducen a entender necesidades, variables contextuales y exigencias de normativa para convertirlas en un problema de arquitectura claramente solucionable mediante la aplicación de principios que orientan la elaboración de proyectos, produciendo objetos arquitectónicos y espacios habitables en un entorno dado.

El estudiante debe dar muestras de que:

- » Analiza, comprende y jerarquiza la información contextual: entiende las variables y determinantes del contexto, interpreta la normativa, entiende el programa de funciones y áreas.
- » Convierte la información contextual en criterios y estrategias de diseño y genera una idea proyectual o un concepto de diseño.
- » Desarrolla la propuesta y la representa de acuerdo con los conocimientos y las destrezas propias de la comunicación en arquitectura; para ello emplea plantas, cortes, alzados, isometrías, axonometrías, detalles, bocetos, entre otros. La propuesta debe ser argumentada o justificada en cada componente: urbano-ambiental, tecnológico y sostenible, funcional y formal-espacial. La argumentación requiere el planteamiento de los criterios o estrategias de diseño, de modo que se construya un concepto coherente a partir de las decisiones en cada componente.

La evaluación de la competencia explora los procesos que realizan los sujetos en relación con los aspectos (componentes) presentes en toda intervención arquitectónica (Icfes, 2018, pp. 6-7).

Componentes del proyecto arquitectónico: Los proyectos de arquitectura a nivel Colombia, se deben valorar de acuerdo a componentes con diferentes aspectos que están presentes en todo proceso de diseño, tales como el urbano-ambiental, el formal-espacial, el tecnológico, el funcional y el comunicativo; donde le corresponde a todo arquitecto conjugar los criterios propios de estos ejes con las características específicas de cada contexto.

Urbano-ambiental: hace referencia a las condiciones del lugar donde se implanta el proyecto, referente a las características físico-naturales y contexto urbano inmediato.

Formal-espacial: corresponde al desarrollo plástico del proyecto fundamentado en la conceptualización, con sentido estético. Articula integralmente aspectos constitutivos de la forma del objeto arquitectónico.

- » Tecnológico: se refiere a la coherencia entre las propuestas constructivas-estructurales (tectónica y material) y el resultado espacial.
- » Funcional: consiste en la solución de las condiciones de uso, expresada en la relación de sus partes y en las condiciones ambientales y de habitabilidad necesaria para la óptima realización de las actividades propias del espacio.
- » Comunicativo: se refiere a la expresión de aspectos constitutivos de la propuesta, desde el nivel conceptual hasta sus aproximaciones formales, eligiendo las formas de comunicación y representación más expresivas y adecuadas (Icfes, 2018, p.7).

Procesos en el estudiante que integran cada competencia según el ICFES: Los estudiantes en Colombia son evaluados desde las pruebas de Estado Saber Pro en evidencia de los siguientes indicadores de desempeño.

- a. Analizar / interpretar: interpretar es un proceso que se inicia con el análisis de la información disponible y continúa con el manejo y relación de la información, enlazándola con los distintos componentes del proyecto. Comprender implica identificar con claridad las relaciones y las jerarquías que se requieren en los componentes del proyecto (Icfes, 2018, p. 7).

En la Tabla 2 se presentan acciones relacionadas con el proceso de analizar e interpretar asociadas a cada componente según el Icfes.

Tabla 2. Acciones del proceso analizar e interpretar

Componente	Acciones del estudiante
Urbano-espacial	Entiende la relación entre la arquitectura y la ciudad, que satisface los requerimientos del ser humano, la sociedad y su cultura al adaptarlos al contexto. Comprende e interpreta la normativa legal y técnica que regula el campo de la arquitectura.
Formal-espacial	Conoce elementos y estructuras espaciales que concreticen en objetos las ideas arquitectónicas, que son propias del contexto en que se proyectará. Conoce los principios de la geometría, la composición, y la percepción visual y espacial.
Tecnológico	Interpreta la relación entre materialidad y contexto ambiental, social y cultural. Interpreta la relación entre preexistencias ambientales y las condiciones de confort y bioclimática.

Componente	Acciones del estudiante
Funcional	Interpreta las relaciones de los temas de la arquitectura y el entorno urbano en términos de procesos con los que se entienden y caracterizan los programas y sus espacios. En la prueba, el estudiante debe tener en cuenta las preexistencias contextuales, las demandas que se deben atender en el proyecto —tanto el programa arquitectónico de funciones y áreas, como la normativa básica—, y el contexto cultural —reflejado en la ciudad seleccionada por el estudiante—.

Fuente: (Icfes, 2018).

- b. Conceptualizar / justificar-argumentar: Se trata de articular lógica y secuencialmente las ideas arquitectónicas de modo que se pueda apreciar la racionalidad de todas las decisiones proyectuales de acuerdo con criterios claros y vigentes en el desarrollo del proyecto propuesto teniendo en cuenta las condiciones y necesidades establecidas en la información contextual (Icfes, 2018, p. 8).

En la Tabla 3 se presentan acciones relacionadas con el proceso de conceptualizar/argumentar asociadas a cada componente según el Icfes.

Tabla 3. Acciones del proceso conceptualizar y argumentar

Componente	Acciones del estudiante
Urbano-ambiental	Interpreta los espacios urbanos y arquitectónicos que atienden las necesidades habitacionales del ser humano. Valora los elementos naturales que hacen parte del contexto para involucrarlos en los proyectos arquitectónicos y urbanísticos. Interpreta los elementos y sistemas urbanos como condiciones del diseño arquitectónico.
Formal-espacial	Integra el conocimiento de los modelos y la espacialidad que se genera, para que aporten en la conceptualización de la propuesta.
Tecnológico	Coordina, analiza y sintetiza la información procedente de procesos técnicos involucrados en proyectos arquitectónicos y urbanísticos. Analiza fenómenos físicos inherentes a la arquitectura para generar espacios habitables y confortables.
Funcional	Caracteriza y conceptualiza el programa con el cual se justifican las operaciones proyectuales de la arquitectura y el urbanismo. Se espera que en el desarrollo de las ideas arquitectónicas el estudiante recurra a fundamentos teóricos, como herramientas de diseño, para intervenir el contexto físico, y exponga los criterios en que se basa la toma de cada decisión en los diferentes componentes, para conformar el proyecto como un sistema complejo.

Fuente: (Icfes, 2018).

- c. Proponer / desarrollar: Consiste en llevar a códigos arquitectónicos las ideas propuestas en la conceptualización. Se consideran los códigos de representación —plantas, cortes, alzados, axonometrías, perspectivas, entre otros—, los códigos espaciales —de la escala de intervención, de las proporciones, de las relaciones—, los códigos técnicos —relacionados con los sistemas constructivos y las materialidades— y los códigos de organización social plasmados en la propuesta realizada para un contexto cultural específico (Icfes, 2018, p.9).

En la Tabla 4 se presentan acciones relacionadas con el proceso de proponer / desarrollar, asociadas a cada componente según el Icfes.

Tabla 4. Acciones del proceso proponer y desarrollar

Componente	Acciones del estudiante
Urbano-ambiental	<p>Responde con el proyecto arquitectónico y urbano a las condiciones de lugar, la bioclimática, el paisaje y la topografía de cada emplazamiento, según la región donde se ubique.</p> <p>Desarrolla proyectos arquitectónicos y urbanos que contemplan la sostenibilidad en los campos ambiental, social, cultural y económico.</p>
Formal-espacial	<p>Propone la estructura formal compatible con el uso y el contexto, así como la secuencia espacial y el orden apropiado a dicha estructura formal.</p>
Tecnológico	<p>Propone y aplica la información de los procesos técnicos y los desarrolla en los proyectos arquitectónicos y urbanos.</p> <p>Aplica y desarrolla el proyecto arquitectónico con criterio técnico en relación con el detalle y permitiendo la materialización del proyecto arquitectónico y urbanístico.</p>
Funcional	<p>Integra y desarrolla de manera coherente las relaciones programáticas que definen los temas de la arquitectura y el urbanismo.</p>
Comunicativo	<p>Convierte las ideas en códigos de representación que responden a los principios de la geometría y a la percepción visual y espacial.</p> <p>Comunica de forma gráfica el proyecto por medio de la utilización de técnicas de representación gráfica en dos y tres dimensiones.</p> <p>Aplica coherentemente los códigos de dibujo técnico en arquitectura y construcción.</p>

Fuente: (Icfes, 2018).

Competencias del estudiante de Arquitectura en la UFPS: El programa de Arquitectura de la UFPS, tiene en su malla curricular una línea de asignaturas denominada Taller de Diseño, reconocida en el Proyecto Educativo del Programa (PEP) como la sub área de Diseño Arquitectónico que busca afianzar el propósito de formación y consolidar la formación investigativa del programa. Según este,

el Taller de Diseño es el centro de la formación profesional y está dividido como todo el programa en tres ciclos básicos de formación así:

El Ciclo Básico, comprende el semestre 1,2 y 3 donde se busca romper con los esquemas y estándares tipológicos que el estudiante trae consigo. Son espacios altamente creativos e investigativos donde la intuición, la sorpresa y el asombro son protagonistas. Las respuestas preconcebidas son descartadas, el conocimiento se construye entre el alumno, el docente y el grupo, en un permanente debate.

El Ciclo Profesional, comprende el semestre 4,5 y 6, donde se aplica la Estrategia Pedagógica del presente proyecto de investigación en los estudiantes del semestre 5, quienes se acercan al contexto y se sensibilizan con el ser humano como razón primordial de la arquitectura y la ciudad, con sus maneras de habitar, de convivir en sociedad y de crecer en la historia. En este ciclo es fundamental la interacción con las áreas de urbanismo, construcción, socio-humanística, comunicación y la teoría e historia de la arquitectura.

En el Ciclo de Profundización, se organizan los semestres 7, 8, 9 y 10, en talleres verticales como una estrategia de flexibilización del currículo e integración de los estudiantes. El taller vertical es un espacio flexible, sus temas son diversos y le permiten al estudiante profundizar en áreas del conocimiento disciplinar como el diseño o el urbanismo, en él confluyen la bioclimática, la construcción, la tecnología y la teoría e historia de la arquitectura. Los talleres verticales son de libre elección, son talleres de investigación, sus contenidos son variables y adaptables al acontecer regional, local y global de la disciplina y el medio.

El programa de Arquitectura de la UFPS concibe que el conocimiento y el pensamiento crítico se construyen a través de la investigación permanente, el debate, la exposición de las ideas, el análisis de situaciones, contextos y referentes temáticos, siendo este el último pilar fundamental en la Ssocioepistemología matemática como fundamento teórico para la presente investigación.

En la Universidad Francisco de Paula Santander, el departamento de Arquitectura forma a sus futuros profesionales de la arquitectura con el desarrollo de las siguientes competencias según el Proyecto Educativo del Programa (PEP):

Tabla 5. Perfil y competencias arquitecto UFPS frente a problemas nacionales y regionales

Problemas nacionales y regionales	Alternativas de formación del programa	Competencias	Perfil
<p>Fallas en la planificación de desarrollo de proyectos debido a la escasa articulación con otras disciplinas afines a la arquitectura, la construcción y el desarrollo urbano.</p>	<p>Generar o brindar los espacios de enseñanza aprendizaje para el desarrollo del pensamiento complejo.</p>	<p>Comprende la práctica del oficio con autonomía y trabajo en equipos en asociación con otras disciplinas, atendiendo aspectos sociales y propios del quehacer arquitectónico.</p> <p>Actúa y comunica eficientemente ideas de forma física, escrita o tácita.</p> <p>Comprende holísticamente propuestas para dialogar con otras disciplinas y proponer diseños arquitectónicos desde la interdisciplinariedad.</p> <p>Participa en equipos de trabajo asumiendo principios éticos y respetando los principios del otro, como norma de convivencia social.</p>	<p>Capaz de entender la dimensión integral de su disciplina.</p>
<p>El desarrollo urbano predio a predio, y soluciones basadas en diseño de proyectos a pequeño formato, sin tener en cuenta el impacto y la proyección a gran escala, sin la concepción de un plan general, parcial o integral.</p>	<p>Propiciar la reflexión o espacio para que el estudiante sea consciente de la gran responsabilidad de la arquitectura en la concepción de la ciudad.</p>	<p>Identifica y comprende las múltiples escalas de aproximación e intervención en la ciudad, enmarcando su acción dentro de la normativa urbana y territorial.</p> <p>Reconoce las principales teorías respecto al hábitat y el devenir histórico de lo urbano, su aplicabilidad y pertinencia en la realidad donde ejercerá su oficio.</p>	<p>Capaz de visualizar la ciudad a abordar.</p> <p>Concepción y desarrollo de proyectos arquitectónicos y urbanos en sus múltiples escalas, y su representación y comunicación para el crecimiento, transformación y conservación de la ciudad.</p>

Problemas nacionales y regionales	Alternativas de formación del programa	Competencias	Perfil
<p>Prácticas de informalidad e ilegalidad de la vivienda y las economías en el área metropolitana de Cúcuta.</p>	<p>Desarrollar principios éticos, criterios y herramientas que permitan al estudiante enmarcar el ejercicio de la arquitectura en los aspectos de la planeación, la gestión y el ordenamiento territorial.</p> <p>Promover el estudio y desarrollo integral de lo urbano considerando los lugares de habitación como el punto de partida para el crecimiento y transformación de la ciudad.</p> <p>Desarrollar capacidades éticas, estéticas y técnicas, porque, con el estudio de las formas de habitar y de vivir se pone en evidencia de manera contundente la condición de la arquitectura de materializar los recintos de la sociedad.</p>	<p>Comprende el compromiso ético de la práctica urbana y arquitectónica en la construcción colectiva y cultural del territorio como una responsabilidad social.</p> <p>Reconoce los elementos urbanos y arquitectónicos que componen la ciudad y su interrelación como resultado de dinámicas sociales.</p>	<p>Enmarca la práctica del oficio de la arquitectura y las intervenciones urbanas en el reconocimiento y aplicación del marco normativo y legal vigente concierne a los espacios habitables a fin de promover el uso pertinente del lugar y el mejoramiento de la calidad de vida.</p> <p>Profesional ético, consciente de la realidad, con compromiso social</p>
<p>Inexistencia de planes de prevención y de gestión de riesgo, por los desastres naturales (ola invernal, riesgo sísmico). 6.000 viviendas destruidas y 340.000 averiadas,</p>	<p>Fomentar la capacidad creativa de producir soluciones ante los nuevos escenarios planteados por los desastres naturales.</p>	<p>Plantea propuestas de intervención arquitectónica y urbana enmarcada en los principios de sostenibilidad y sustentabilidad ante nuevos escenarios ambientales.</p>	<p>Un profesional con conciencia que conozca las condiciones del lugar, la topografía, el paisaje de cada entorno según las características propias de la región.</p>

Problemas nacionales y regionales	Alternativas de formación del programa	Competencias	Perfil
El área metropolitana de Cúcuta está caracterizada por una bipartición entre la ciudad formal y la ciudad informal. Desplazamiento forzado incrementando los cordones de miseria en el área metropolitana de Cúcuta.	Generación de conciencia cultural desde la academia, de la importancia que representa la informalidad como compromiso ético con la ciudad y brindar los fundamentos para pensar la arquitectura y la ciudad con miras a dar soluciones integrales de habitabilidad a los menos favorecidos.	Comprende, reflexiona y propone creativamente con soluciones a la problemática en el campo de la arquitectura y el urbanismo, de acuerdo con las necesidades de la población para la construcción del tejido social.	Conocedor y consciente de las realidades y dinámicas sociales con capacidad de proponer soluciones dignas de hábitat.
Déficit de vivienda de interés social en el Norte de Santander.	Asumir el concepto de vivienda más allá de lo contemplado hasta ahora como vis y vip, entendiendo la vivienda como un derecho básico materializado a partir de la arquitectura.	Propone desarrollos urbano-arquitectónicos desde los requerimientos del contexto en el que se va a desempeñar. Conoce y aplica técnicas y tecnologías para el manejo y coordinación de obras, que incluya todo lo referente a presupuestos, programación, gestión, administración y control.	Orienta su quehacer hacia la solución de deficiencias habitacionales de la región. Un arquitecto con fortalezas en el manejo técnico y administrativo de los proyectos de construcción.
El cambio climático y la irresponsabilidad generalizada frente problema ambiental.	Promover una conciencia ambiental, ecológica y de responsabilidad social.	Valora los componentes ambientales del lugar como condición indispensable de partida en la proyección urbano-arquitectónica. Formula planes de intervención en el territorio con compromiso de responsabilidad ecológico – ambiental.	Analiza y diagnóstica la ciudad desde sus dimensiones sociales, políticas, económicas, ambientales y físicas para construir argumentos que sustenten actuaciones integrales sobre el territorio.
Ausencia de un plan de ordenamiento regional con acciones y políticas integradas para el desarrollo del territorio nacional, especialmente la zona del Catatumbo, el Área Metropolitana de Cúcuta y su corredor fronterizo.	Generar espacios académicos para la reflexión y profundización de alternativas de solución a planes de ordenamiento regional.	Explica y argumenta en torno a las dinámicas de la ciudad contemporánea, las soluciones pertinentes desde la intervención urbano - arquitectónica.	Un profesional que lidere procesos de trabajo participativo para la generación de políticas y normas asociadas a la arquitectura y el territorio.

Problemas nacionales y regionales	Alternativas de formación del programa	Competencias	Perfil
Carencia y deficiencia en la cobertura de servicios públicos básicos en la zona de frontera.	Abrir espacios de reflexión para pensar la ciudad como el territorio donde se hacen efectivos los derechos de sus habitantes en cuanto a la vivienda, el espacio público, la educación, los servicios públicos, entre otros.	Comprende los sistemas y componentes básicos para la definición de un proyecto urbano - arquitectónico, garantizando el mejoramiento en la calidad de vida de los habitantes.	Un profesional con una actitud reflexiva hacia la responsabilidad social para la calidad de vida de los habitantes.
Ausencia de una conciencia cultural hacia el respeto y sentido de pertenencia de los bienes materiales, culturales y sociales de la región.	Brindar espacios para la comprensión, valoración y conservación del patrimonio cultural, histórico y social	Reconoce el significado y el valor de las arquitecturas precedentes de carácter patrimonial, monumental, cultural e histórico.	Un arquitecto con una conciencia crítica para abordar la intervención arquitectónica como diálogo entre la arquitectura precedente y las nuevas propuestas.
Falta de conocimiento, uso, y aplicación de las técnicas constructivas y materiales propios de la región.	Promoción de espacios académicos que profundicen nuevas técnicas y tecnologías para la construcción en arquitectura.	Formula propuestas innovadoras frente al uso de materiales y técnicas de construcción propios de la región.	Un profesional que brinda nuevas alternativas constructivas frente a la realidad de su contexto.
La apertura de las fronteras comerciales trae al país y la región nuevos retos y escenarios para el desarrollo profesional.	Fortalecimiento y capacitación en las áreas pertinentes a la administración, la gestión empresarial, la comunicación y los idiomas extranjeros.	Capacidad para crear empresas competitivas que promuevan los productos vernáculos de nuestra región, que sean abiertas a las nuevas tecnologías y retos y dinámicas del mercado, hacia un mundo globalizado.	Un arquitecto emprendedor, innovador, con habilidades comunicativas dispuesto a un intercambio académico, cultural y comercial vanguardista.

Fuente: PEP arquitectura UFPS.

Tabla 6. Competencias generales y específicas del arquitecto UFPS

Generales		Específicas			
SER	SABER	SABER-HACER	SER	SABER	SABER-HACER
Comprende la práctica del oficio con autonomía y está capacitado para trabajar en equipos interdisciplinarios, atendiendo aspectos sociales y propios del quehacer arquitectónico. Valora los componentes ambientales enmarcados en los principios de sostenibilidad y sustentabilidad ante nuevos escenarios ambientales del lugar. Valora y estima el respeto hacia sí mismo y hacia los demás, para comprender al otro a partir de las diferencias.	Interpreta desde una perspectiva humanista las necesidades de la sociedad en que vive; capaz de desencadenar procesos de desarrollo de la región. Analiza y actualiza información de su contexto local, regional, binacional y mundial, que le permitan determinar su posición frente a la situación cambiante. Piensa de manera lógica para utilizar las ciencias en el conocimiento e interpretación del mundo.	Resuelve problemas mediante razonamientos lógicos para la comprensión y aplicación de la información. Comunica eficientemente ideas de forma oral, escrita y gráfica utilizando las tecnologías de información y comunicación actuales para interactuar de manera útil en la sociedad. Responde de manera ciudadana para la convivencia, la participación democrática y la solidaridad.	Comprende el compromiso ético de la práctica urbana y arquitectónica como una responsabilidad social. Lidera eficientemente procesos creativos. Emprende y gestiona nuevos proyectos con creatividad, siendo conocedor de su impacto en el medio. Valora, estima y respeta el trabajo profesional propio y colectivo en busca de un ambiente laboral interdisciplinar justo y ético.	Reconoce el significado y el valor de las arquitecturas precedentes de carácter patrimonial y su aplicabilidad y pertinencia en donde ejercerá su oficio. Reconoce y comprende los elementos urbanos y arquitectónicos que conforman la ciudad enmarcando su acción dentro de la normatividad urbana y territorial. Reconoce las dinámicas urbanas y la interacción entre los actores y sistemas que configuran el territorio, para el desarrollo de la arquitectura en la ciudad y área metropolitana.	Comunica sus ideas desde software especializados en el diseño y la construcción, para la expresión y presentación de proyectos. Formula planes de intervención en el territorio garantizando el mejoramiento en la calidad de vida de los habitantes. Propone desarrollos urbanos arquitectónicos como solución a la problemática de habitabilidad de la población para la construcción del tejido social. Plantea propuestas de intervención arquitectónica y urbana enmarcadas en los principios de sostenibilidad y sustentabilidad ante nuevos escenarios ambientales del lugar.

Generales		Específicas			
SER	SABER	SABER-HACER	SER	SABER	SABER-HACER
<p>Explica y argumenta con sentido crítico y objetivo las diversas situaciones del acontecer mundial.</p> <p>Asume éticamente un compromiso ante los desafíos del cambio climático.</p> <p>Participa en equipos de trabajo asumiendo principios éticos y respetando los principios del otro como norma de convivencia social.</p>	<p>Desarrolla la inquietud y búsqueda permanente por el conocimiento a partir del continuo estudio e investigación como aspectos determinantes en el desarrollo de las culturas hacia la prosperidad.</p> <p>Posee conocimiento y sabe cómo utilizarlo.</p> <p>Comprende textos de distinta índole, que permiten sacar deducciones lógicas, y darle libertad al pensamiento crítico deductivo-inductivo dentro de las diversas clases del entendimiento.</p>	<p>Domina una segunda lengua a nivel de lectura y escritura para mejorar su desempeño profesional y social.</p>	<p>Asume con sensibilidad las múltiples dimensiones de su quehacer profesional.</p> <p>Ser consciente del compromiso de la arquitectura y del urbanismo con el ambiente.</p> <p>Asume una postura crítica y participativa en la construcción de sociedades.</p> <p>Valora y Protege el ambiente, desde su disciplina es consciente de la importancia de la sostenibilidad y la sustentabilidad del entorno.</p> <p>Comprende la ciudad y entiende el valor del patrimonio arquitectónico y cultural como legado y huella de nuestra historia.</p>	<p>Conoce los hechos históricos, referentes teóricos referidos a la arquitectura y el urbanismo y aspectos artísticos para valorar, reflexionar e intervenir en la ciudad.</p> <p>Conoce el comportamiento y propiedades de los materiales, así como las técnicas e instrumentos que le permiten llevar a la realidad un proyecto urbano y arquitectónico</p> <p>Reconoce y entiende las múltiples escalas de intervención en la ciudad a partir de la arquitectura.</p> <p>Entiende la relación entre forma arquitectónica y espacio urbano que conforman el tejido de la ciudad.</p>	<p>Formula propuestas innovadoras frente al uso de materiales y técnicas de construcción promoviendo la utilización de materiales propios de la región.</p> <p>Conoce y aplica técnicas y tecnologías para el manejo y coordinación de obras que incluya todo lo referente a presupuestos, programación, gestión, control y administración.</p> <p>Comunica por medio de técnicas gráficas las ideas, para la comprensión del volumen y el espacio.</p> <p>Lidera grupos interdisciplinarios, se comunica fácilmente con urbanistas, constructores, ingenieros civiles, ambientales y cualquier profesional de áreas relacionadas con su disciplina.</p>

Fuente: PEP arquitectura UFPs.

El programa de Arquitectura UFPS en su PEP relaciona las competencias señaladas en el comité de validación de la UNESCO para la formación en arquitectura a nivel internacional con las competencias que desea promover en sus educandos de la región, consignadas en la siguiente tabla, donde se aprecia la ausencia de los alcances de las competencias en contexto en la UFPS (UNESCO & UIA, 1996).

Tabla 7. Comparativo competencias del arquitecto UFPS contextualizadas desde la UNESCO

Competencias contextualizadas en la UFPS desde la unesco	Clasificación competencia	Competencias del arquitecto UFPS
El desarrollo de la capacidad creativa en los diseños propuestos, fundamentada en innovaciones espaciales que subvierten las tipologías tradicionales, basados en las lógicas interpretativas, que acercan el saber artístico (intuitivos y hermenéuticos, generados a partir de procesos no científicos), con el saber racional desde la lógica descriptiva y de explicación.	Ambientales	Valora los componentes ambientales del lugar como condición indispensable de punto de partida en la proyección urbano arquitectónica.
	Ambiente y ecología	Formula planes de intervención en el territorio con compromiso de responsabilidad ecológico – ambiental.
	Globalización	Capacidad para crear empresas competitivas que promuevan los productos vernáculos de nuestra región, que sean abiertas a las nuevas tecnologías y retos y dinámicas del mercado, hacia un mundo globalizado.
El desarrollo de competencias implica el contexto, considerando el carácter indispensable de las condiciones éticas, estéticas, culturales, sociopolíticas, religiosas y económicas de cada lugar, así como los esquemas de comprensión y práctica heredados en las instituciones educativas desde donde se jalonan los procesos formativos que, con sus estructuras y espacialidades, repercuten, en gran parte, en el ejercicio profesional del futuro arquitecto.	Competencias en contexto	

Fuente: PEP arquitectura UFPS.

2.7 Marco legal

La organización de las Naciones Unidas (ONU) tiene la Comisión Económica para América Latina (CEPAL) establecida desde 1948 como una de las cinco comisiones regionales de las Naciones para contribuir al desarrollo económico de América Latina, coordinar las acciones encaminadas a su promoción y reforzar las relaciones económicas de los países entre sí y con las demás naciones del mundo, para promover el desarrollo social.

La CEPAL, en el área de estadísticas, tiene como objetivo promover la generación y uso de información estadística internacionalmente comparable, oportuna y pertinente para la formulación, seguimiento y evaluación de políticas de desarrollo económico, social y ambiental en la región. Esta misión está basada en tres líneas de acción: la promoción de mejores prácticas y la difusión de metodologías comparables a nivel internacional; la asesoría y cooperación técnica tendientes a fortalecer las capacidades técnicas e institucionales de los países en el ámbito estadístico, facilitar el intercambio de experiencias y la cooperación horizontal, y la realización de actividades de desarrollo metodológico (propuesta y adaptación de indicadores) (ONU, 2017).

En el ámbito académico internacional, la conferencia mundial sobre la educación superior en el siglo XXI declarada por la UNESCO, desde 1998, reúne los lineamientos que fundamentan la educación superior, las recomendaciones de la investigación y su impacto para los cambios sociales y el desarrollo de las naciones.

En Colombia, la Ley General de Educación (Ley 115 de 1994) define las normas generales para regular el Servicio Público de la Educación, que cumple una función social acorde con las necesidades e intereses de las personas, de la familia y de la sociedad. Se fundamenta en los principios de la Constitución Política de Colombia sobre el derecho a la educación de las personas, la libertad de enseñanza, aprendizaje, investigación y cátedra como un servicio público.

Ley 30 de Diciembre 28 de 1992 por la cual se organiza el servicio público de la Educación Superior.

Resolución 2770 de Noviembre 13 de 2003 por la cual se definen las características específicas de calidad para los programas de pregrado en Arquitectura.

